

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



GEOMETRIA E PERSPECTIVA NO ENSINO DA ARQUITECTURA

Proposta de um exercício didático transversal

André Gonzaga Falcão

Dissertação

Mestrado em Desenho

2015

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS-ARTES



GEOMETRIA E PERSPECTIVA NO ENSINO DA ARQUITECTURA

Proposta de um exercício didático transversal

André Gonzaga Falcão

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor António de Oriol Pena Vazão
Trindade

Mestrado em Desenho

2015

Resumo

O Presente trabalho vem mostrar o desenvolvimento de uma proposta didática auxiliar para disciplinas de perspectiva e geometria de um curso de arquitetura atual, levando em conta as dificuldades e os acertos que os alunos entrevistados no decorrer deste trabalho, apresentaram durante a disciplina, através de um questionário aplicado. O trabalho foi dividido em três partes para melhor compreensão do processo. Na primeira parte incidimos o estudo na pesquisa e embasamento teórico, onde são mostrados conceitos e técnicas relacionadas à perspectiva, como o processo histórico da Perspectiva, compreensão de elementos desenhados em perspectiva, *croquis* e perspectiva à mão levantada, axonometria, perspectiva linear plana, perspectiva de quadros curvos, perspectiva atmosférica, luz e sombra, entre outros, que serviram de base para as seguintes fases da proposta de trabalho. Na segunda parte, verificamos a coleta de dados e análise, onde a primeira se deu através de um questionário aplicado para alunos que já concluíram a disciplina nas Faculdades de Arquitetura em Portugal, nas cidades de Lisboa (Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa na Ajuda e Faculdade de Arquitetura da Universidade Lusíada), Porto (Faculdade de Arquitetura do Porto), Coimbra (Faculdade de Arquitetura de Coimbra), nos Açores, Ilha Terceira na cidade de Angra do Heroísmo (ISCTE) e nas Faculdades de várias regiões do Brasil, onde foi visado no questionário levantar as principais dificuldades que os alunos tiveram no decorrer da disciplina, qual o aproveitamento que tiveram da mesma e que sugestões dariam para melhoria desse aproveitamento, seguindo-se a análise dos dados coletados no questionário e levantamento das problemáticas. Na terceira parte detivemo-nos na criação e impressão de maquetes didáticas com fins teórico e prático e em uma proposta didática de um exercício transversal, onde foram elaborados dez exercícios práticos a serem aplicados para auxiliar no aprendizado da supostas disciplinas. Esses exercícios foram elaborados com base na junção das informações adquiridas na pesquisa e embasamento teórico (primeira parte) e na coleta de dados e análise (segunda parte).

Palavras-chave: Geometria, Perspectiva, Didática, Arquitetura, Desenho.

Abstract

This study has been carried out in order to present the working process behind a proposal for a teaching plan on Perspective for an existing architecture course, taking into account the difficulties and opinions that students interviewed presented, through the questionnaire. This study has been divided into three parts to enable a fuller understanding of the process. Part one: initial research on existing theories on perspective, where concepts and techniques related to perspective are presented, for example, the historical process of Perspective, the understanding of objects drawn with perspective, sketches and free-hand drawings, axonometric drawings, perspective in linear plans, perspective involving squares and curves, environmental perspective and light and shade, are among other elements that lay the foundations for the following stages of the study. Part two: data collection and analysis, where the data collected came from a questionnaire distributed among students who have completed courses in the faculties of architecture in Portugal, Lisbon (The Faculty of Architecture of the University of Lisbon in Ajuda and Luísiada University), Porto (The Faculty of Architecture of Porto), Coimbra (The Faculty of Architecture of Coimbra), Azores, island of Terceira in the city of Angra do Heroísmo (ISCTE), as well as at universities in various regions of Brazil. The aims of the questionnaire were; to highlight the main difficulties that students encountered when studying the discipline, to identify the strengths of the courses, and to gather suggestions for improvements. Part three: the formation and proposal of teaching models with both theoretically and practical outcomes, and a teaching proposal for an interdisciplinary model which comprises of ten exercises that were formed and will be applied throughout the architectural course. These exercises were elaborated as a result of joining the information acquired from both the initial research on existing theories (part one), and the data collection and analysis (part two).

Key words: Geometry, Perspective, Teaching, Architecture, Drawing.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível devido ao apoio dos meus pais que me deram suporte do começo ao fim desta etapa.

Ao Professor António Trindade pelo excelente apoio e orientação manifestada ao longo da dissertação.

À Faculdade de Belas-Artes de Lisboa, esta instituição que me acolheu este tempo que aqui passei.

Ao FabLab da FBAUL, pelo auxílio e produção do material didático.

Aos amigos e colegas da arquitetura que contribuíram respondendo os inquéritos de investigação.

Aos colegas do Mestrado Desenho pelo bom convívio e a pela experiência compartilhada.

Ao Professor da Faculdade de Arquitectura de Lisboa Manuel Couceiro pela disponibilidade e auxílio na investigação.

Aos meus irmãos e amigos pelo apoio e amizade que fizeram com que esta etapa fosse mais agradável.

O meu sincero agradecimento a todas estas pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

“[...] do mesmo modo que o alfabeto ou conhecimento das letras serve de introdução à gramática, também a geometria é o primeiro passo, que nos conduz ao desenho, ao qual não se pode chegar sem ela, bem como a outra arte ou a outra qualquer ciência.”

Gerard de Lairese, *Princípios do Desenho, Grande Livro dos Pintores.* |

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	9

CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO..... 12

1.1. Noções de Perspectiva	12
1.2. Representação Axonométrica	17
1.3. Perspectiva com um ponto de fuga	21
1.4. Perspectiva com dois pontos de fuga	22
1.5. Perspectiva com três pontos de fuga	25
1.6. Luz Solar e Sombra	26
1.7. Perspectiva com vários pontos de fuga	28
1.8. Refletância em espelhos planos.....	29
1.9. Quadro esférico	30
1.10. Perspectiva Atmosférica	31
1.11. <i>Croquis</i> como ferramenta de expressão gráfica.....	34
1.12. A Projeção ortogonal e o desenho técnico de arquitetura.....	43
1.13. O Exemplo paradigmático de Frank Loyd Write.....	45
1.14. Geometria e óptica no desenvolvimento do projeto arquitetônico (ângulos de visão).....	48
1.15. Geometria e função estrutural	49

CAPÍTULO II – SONDAGEM SOBRE AS HIPÓTESES DE INVESTIGAÇÃO E DE PESQUISA NA ARQUITETURA..... 54

2.1. Objetivos e hipóteses de investigação	54
2.2. Constituição e descrição do corpus de análise	54
2.3. Categorização dos dados	56
2.4. Tratamento dos dados	58

CAPÍTULO III – PROPOSTA DIDÁTICA DE UM EXERCÍCIO TRANSVERSAL. 59

3.1. Uso de novas tecnologias no ensino da perspectiva	59
3.2. O Bloco Didático como instrumento de aprendizagem	60
3.3. Exercício 1 : <i>Croquis</i> com representação isométrica	64
3.4. Exercício 2 : Desenho com representação dimétrica	64
3.5. Exercício 3 : Desenho com representação trimétrica	66
3.6. Exercício 4 : Desenho com representação cavaleira	68
3.7. Exercício 5 : Desenho de perspectiva com um ponto de fuga	69
3.8. Exercício 6 : Desenho de perspectiva com dois pontos de fuga	69
3.9. Exercício 7 : Desenho de perspectiva com luz e sombra	70
3.10. Exercício 8 : Desenho de perspectiva com três pontos de fuga	71
3.11. Exercício 9 : Desenho de perspectiva com refletância em espelhos planos	72
3.12. Exercício 10 : Desenho de perspectiva em quadro esférico.....	72

CONCLUSÃO	73
-----------------	----

BIBLIOGRAFIA	74
--------------------	----

ANEXOS	77
--------------	----

ANEXO I- IMAGENS AMPLIADAS

ANEXO II- QUESTIONÁRIOS

Introdução

A presente dissertação pretende analisar dentro do campo de ensino da arquitetura o aprendizado do discente mais especificamente em relação ao desenho, geometria, perspectiva e com base nessa análise apresentar uma proposta didática com exercícios de aprendizado.

Foi observado durante a trajetória no curso de arquitetura, que alguns alunos tinham dificuldades em desenhar e visualizar mentalmente as formas tridimensionais e outros facilidade, de modo que alguns não conseguiam avançar e se desestimulavam. Foi por esta razão, que a abordagem desse tema da dissertação, surgiu com o objetivo de escutar esses alunos ampliar essa discussão para uma escala global e entender um pouco as suas dificuldades, acertos e o que sugerem para que tenham melhor aproveitamento em relação a esse assunto, para posteriormente propormos um exercício didático que possa atender a essas necessidades.

Num curso de arquitetura e urbanismo podemos definir dentre as disciplinas específicas para o desenvolvimento projetual, em três tipos, em primeiro, as disciplinas teóricas, a exemplo de teoria e história da arquitetura, teoria e história do urbanismo, estética, metodologia de trabalho, legislação, entre outras, onde se aprende todo embasamento teórico necessário para o exercício da arquitetura. Em segundo são as disciplinas aprendidas como ferramentas de trabalho, a exemplo de oficina de desenho, plástica, geometria descritiva, perspectiva, desenho técnico em prancheta e desenho técnico assistido por computador. Estas servirão como ferramentas para executar o trabalho no processo de projeto nas disciplinas do terceiro tipo, que são elas, as disciplinas de projeto arquitetônico, projeto urbano, projeto de paisagismo e projeto de interiores. Podemos observar que as disciplinas do segundo tipo são pré-requisito para as disciplinas do terceiro tipo, pois sem elas não seria possível executar o processo de projeto. Também se faz necessário que o aluno tenha o máximo de aproveitamento nessas disciplinas para que tenham domínio suficiente das ferramentas de trabalho para terem melhor rendimento nas disciplinas projetuais (as posteriores). É importante ressaltar que as disciplinas do segundo tipo, onde se aprendem as ferramentas de trabalho, são

disciplinas que envolvem o aprendizado do Desenho em diferentes categorias, a exemplo da disciplina de “Oficina de desenho”, aborda o desenho como instrumento de análise e observação das formas naturais e das formas criadas pelo homem, desenho artístico, a conscientização das relações figura-espço, estímulo à livre expressão, desenho de observação à mão livre, *croquis*, noções de perspectiva, composição, proporção, volume, texturas e sombras e luz. Dentre outras disciplinas, como por exemplo, “Geometria descritiva” que envolve o desenho em outro tipo de abordagem, sistemas de coordenadas cartesianas, descrição de objetos por coordenadas, projeções ortogonais, ponto, reta, plano e rebatimentos. O conhecimento adquirido nestas disciplinas do segundo tipo permitirá ao aluno uma compreensão mais ampla do é o desenho e como ele pode ser uma ferramenta poderosa para o exercício do arquiteto.

Segundo Araújo, a maior dificuldade que os alunos relatam nas disciplinas é relacionada visualização tridimensional de um objeto representado pelas vistas ortogonais e a habilidade inversa, de representar nas vistas ortogonais, o objeto em perspectiva. Esta habilidade relacionada à visão espacial e o desenho técnico é a que mais exige desenvolvimento por parte daqueles que iniciam os estudos.¹

Segundo Ribas, a mentalização de formas e espaços de maneira tridimensional constitui uma capacidade peculiar e complexa que não só requer a utilização de memórias visuais, como também requer a capacidade interagir dinamicamente de maneira abstrata. Esta capacidade mental constitui um atributo não linguístico de fundamental importância para atividades que requerem diferentes formas de navegação e/ou elaboração de projetos que envolvam dispor elementos no espaço em geral.²

¹ “As dificuldades dos alunos de arquitetura nas disciplinas relacionadas à visualização tridimensional”. ARAÚJO, Thiago Thielmann de. Utilização de softwares de modelagem tridimensional como ferramenta didática de desenho técnico. Rio de Janeiro, Universidade Santa Úrsula, 2014.

² “A mentalização de formas e espaços de maneira tridimensional como fundamental importância para as atividades de elaboração de projetos.” RIBAS, Guilherme Carvalhal [et al.] O cérebro, a visão tridimensional, e as possibilidades de reprodução de imagens estereoscópicas. Rev Med (São Paulo). 2006. Baseado em KOFFKA, Kurt. Principles of Gestalt

Segundo Betty Edwards, a capacidade de desenhar é algo que pode ser aprendido por qualquer pessoa normal dotada de visão e coordenação manual medianas — com habilidade suficiente, por exemplo, para enfiar uma linha numa agulha ou atirar uma bola à distância. Ao contrário do que geralmente se pensa, a habilidade manual não é um dos fatores fundamentais no desenho. Se a sua caligrafia é legível, ou até mesmo se você é capaz de escrever legivelmente em maiúsculas, então você é amplamente hábil para aprender a desenhar bem.³

Em entrevista recente, o Professor Manuel Couceiro da Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa refere que em meados de 1970 a Escola Superior de Belas-Artes de Lisboa era dividida em dois departamentos, Departamento de Arquitectura e Departamento de Artes Plásticas. No programa do Curso de Arquitectura, a Geometria Descritiva tinha a duração de dois anos onde no segundo ano se estudava a perspectiva. No decorrer do processo até os dias atuais, tem havido reduções na carga horária: Primeiro foi reduzido para um ano e meio e depois para um ano, tendo quatro horas e trinta minutos semanais. Atualmente a disciplina funciona com três horas semanais.

Segundo Couceiro, a perspectiva num curso de arquitetura, corresponde a significados específicos, diferentes de outros cursos que deverão ser exemplificados e transmitido aos alunos, de modo a que estes a integrem nas estratégias do processo conceptual e compreendam os vários poderes que ela detém. Para isso, para além de aprofundar determinados procedimentos geométricos, será importante referir a existência dos vários *tipos e sub-métodos da perspectiva*, associá-los ao modo de conhecimento do objeto, e salientar os efeitos da relação de posição observador/quadro/objeto.⁴

psychology. New York: Harcourt Brace Jovanovich; 1935./ SOLSO Robert L. Cognition and visual arts. Cambridge: MIT Press; 1994.

³ “Desenho como habilidade que pode ser aprendida e ensinada”. EDWARDS, Betty. Desenhando como lado direito do cérebro. 6ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004, pp 13.

⁴ “A Perspectiva no curso de Arquitectura”. COUCEIRO da COSTA, Manuel Jorge Rodrigues, Perspectiva e Arquitectura. Uma expressão de inteligência no Trabalho de Concepção, Lisboa,

Atualmente na Faculdade de Arquitetura de Lisboa pode-se dizer que a Geometria está ligada a três campos: ao Desenho Projetivo, à Função Estrutural e à Harmonia e Proporção.

CAPÍTULO I – Referencial Teórico

1.1. Noções de Perspectiva

Iniciaremos aqui algumas definições de autores sobre o que é Perspectiva e como ela funciona e influencia na vida das pessoas e especialmente na vida dos profissionais que a utilizam como ferramenta de criação e representação do seu trabalho.

Segundo Gildo Montenegro em seu livro “A Perspectiva dos Profissionais”, a Perspectiva mostra as coisas como nós as vemos, com três dimensões; ela mostra os objetos como eles aparecem à nossa vista. A Perspectiva dá a visão de conjunto ou global do objeto, numa visão mais próxima da realidade. No âmbito profissional a maioria das pessoas usa a perspectiva como meio de representação gráfica, são eles, desenhadores, arquitetos, urbanistas, designers de interiores, programadores visuais, desenhadores industriais, publicitários, cenaristas, pintores e outros profissionais.⁵

Segundo Books Taylor (1719) em seu livro “Novos princípios da Princípios da Perspectiva linear”, a perspectiva é a arte de descrever e

Universidade Técnica de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Maio de 1992. Tese de doutoramento. p. 214.

⁵ “A relação entre perspectiva e visão e a perspectiva no âmbito profissional”. MONTENEGRO, Gildo Azevedo. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983.

examinar, através de representações de qualquer objeto dado como apareceriam de qualquer ponto.⁶ (Fig.01).

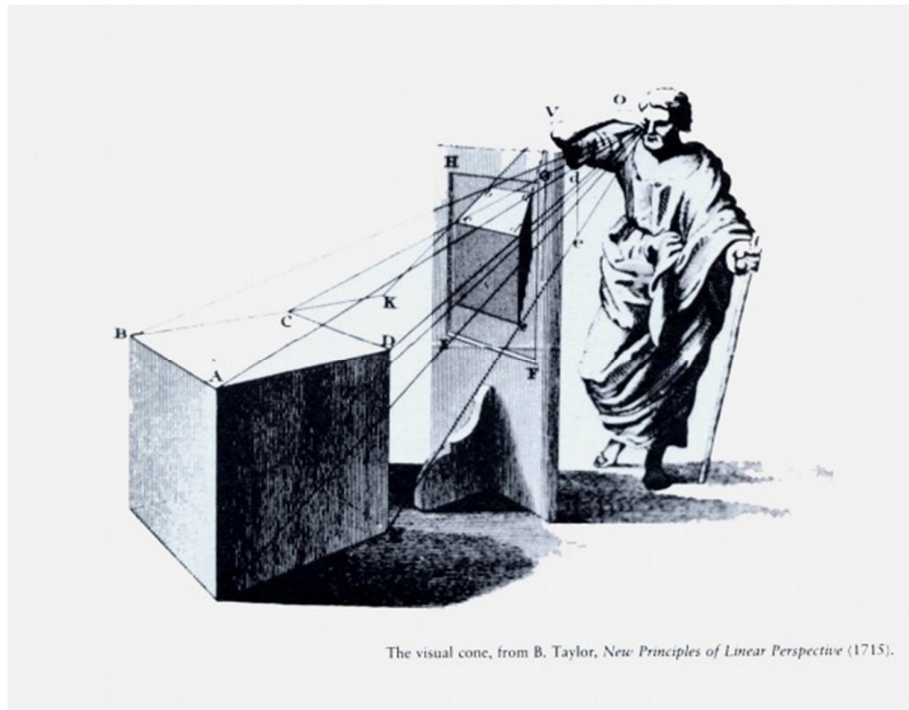


Fig.01 – Em cima desenho representando o cone visual, onde a partir do olho do observador irradia o campo visual numa perspectiva linear. TAYLOR, Brook. *New principles of linear perspective or the art of designing on a plane the representations of all forts of objects*. London, R. Knaplock, 1719.

A Perspectiva pode ser caracterizada pela sobreposição de elementos, onde os limites espaciais dos elementos mais próximos aparecem sobre os elementos que estão no plano posterior. (Fig.02).

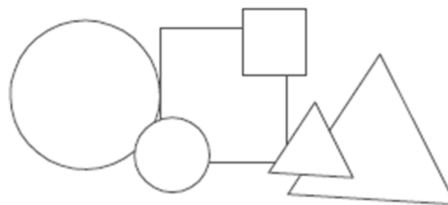


Fig.02 – Em cima ideia de perspectiva por sobreposição de elementos, onde os polígonos de tamanho reduzido apresentam-se à frente dos polígonos de tamanho maior. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

⁶ "A Perspectiva como a arte de descrever e examinar qualquer objeto através de representações". TAYLOR, Brook. *New principles of linear perspective or the art of designing on a plane the representations of all forts of objects*. London, R. Knaplock, 1719.

Perspectiva Dimensional

A Perspectiva Dimensional caracteriza-se pela diferença de escala entre os objetos em cena. Em situações do cotidiano vivenciamos inconscientemente a relação de distância que temos com os elementos em nossa volta, seja para atravessar uma avenida movimentada por carros, onde observamos a velocidade e a distância pela escala dos carros para podermos atravessar a via, ou mesmo ao conduzir em uma via reta onde há postes às margens da via, observamos uma escala de tamanho decrescente dos postes que estão mais próximos para os que estão mais distantes. Ao observarmos uma composição de elementos mesmo estando representada em duas dimensões, como mostra a figura abaixo, o elemento em menor escala aparenta estar mais distante do observador e o elemento em maior escala aparenta estar mais próximo do observador. (Fig.03).



Fig.03 – Em cima técnica de perspectiva dimensional, modelo usado para representar profundidade ou distância através da redução no tamanho de objetos percebidos como a se afastar do quadro. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Perspectiva Vertical

Na Perspectiva Vertical podemos observar os objetos mais distantes no alto do quadro e os objetos mais próximos na parte inferior do quadro. Essa percepção de profundidade é nos dada, devido à nossa experiência óptica que adquirimos durante nossa vida. A ideia da perspectiva vertical pode ser explicada fazendo uma relação com a realidade óptica, por exemplo, quando

estamos numa praia de frente para o mar, onde observamos vários barcos na água e percebemos os barcos mais distantes não só por suas escalas reduzidas, mas também por aparentar que estão mais próximos da linha do horizonte. Assim os barcos que estão mais próximos além de suas escalas estarem maiores, estão distantes da linha do horizonte (**Fig.04**).

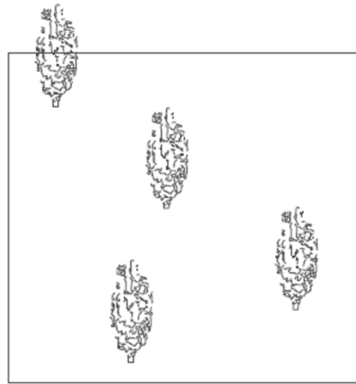


Fig.04 – Em cima técnica de localização vertical, modelo usado para representar profundidade ou distância ao colocar objetos distantes no lugar mais alto do plano do desenho do que os objetos percebidos como próximos. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

O cone de visão serve de guia na determinação do que pode ser desenhado numa perspectiva linear sem criar um aspecto de distorção. (**Fig.05**).

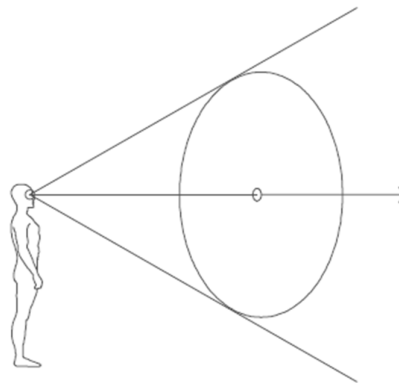
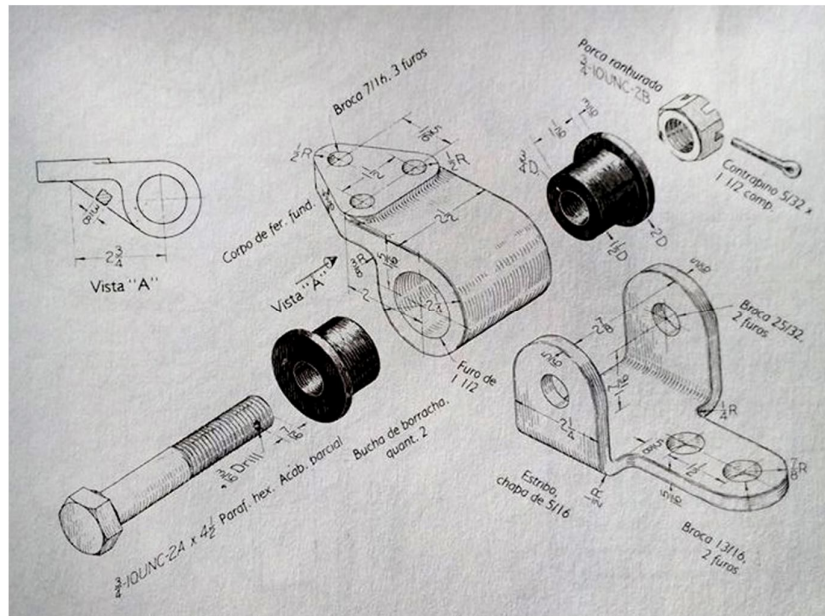


Fig.05 – Em cima desenho representando o cone visual, onde a partir do olho do observador irradia o campo visual numa perspectiva linear. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Vista Explodida

No advento da produção industrial, a fabricação ou montagem de produtos, sejam eles eletrônicos, eletrodomésticos, do mobiliário etc, puderam ser viabilizadas através desse tipo de representação, a vista explodida geralmente apresentada por uma representação isométrica, onde no desenho se mostra um suposto produto desmontado onde são explicadas as relações entre as peças e o todo. (Fig.06).



1.2. Projeção Axonométrica

A projeção axonométrica mostra imagens em que um objeto qualquer tridimensional é representado num plano. **(Fig.07).**

Segundo Ray Smith, a projeção axonométrica é um sistema em que um plano é fixo num determinado ângulo na horizontal, por exemplo, 45° e se traçam verticais à escala para mostrar os lados de um objeto.⁷

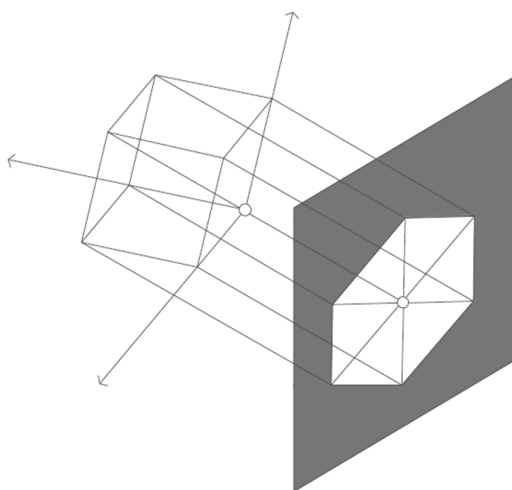


Fig.07 – Em cima desenho representando uma projeção ortográfica de um objeto tridimensional inclinado em direção ao quadro de modo que os três eixos principais são escorçados. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

As projeções axonométricas podem ser divididas em dois tipos, oblíquas e ortogonais.

Nas projeções ortogonais.

Projeção Isométrica

⁷ "A projeção axonométrica, exemplo explicado". SMITH, Ray. *Introdução à perspectiva*. Lisboa, 2ª Edição, Editorial Presença, 2004. p. 71.

Para o arquiteto a representação isométrica é uma ferramenta de grande utilidade, não só para mostrar sua ideia de um modo simples e descritivo, mas também para ajudar no processo de criação da arquitetura. Esse tipo de representação é caracterizado pela apresentação de um objeto tridimensional onde as linhas de cada eixo são representadas paralelas entre si. **(Fig.08)**

Segundo Ray Smith, a representação isométrica é uma forma de representação axonométrica que nega a aparente convergência de linhas que recuam. As linhas de altura são reais e à escala e o ângulo de linhas que recuam relaciona-se com o ângulo em que os planos do cubo se encontram.⁸

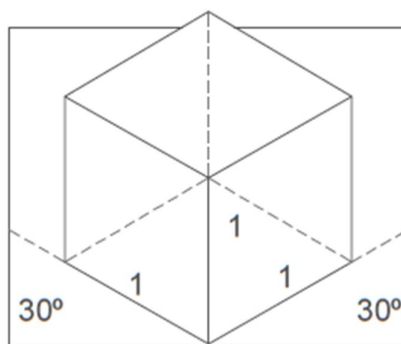


Fig.08 – Em cima desenho representando uma projeção isométrica, onde todas as linhas paralelas aos eixos principais são traçadas em sua real dimensão na mesma escala. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Através de um esboço utilizando uma representação isométrica, o arquiteto poderá criar uma volumetria, estudá-la e modificá-la. A representação isométrica também é uma ferramenta importante para o aluno de arquitetura, pois através da observação dos paralelismos entre as linhas e exercício prático, ajudarão a desenvolver a percepção tridimensional do aluno e o capacitará para representar os seus projetos, como é o caso da figura em baixo, que mostra um desenho de um projeto utilizando a representação isométrica, feito pelo arquiteto Eduardo Bajzek, quando ainda era aluno do curso de arquitetura da Universidade Mackenzie em São Paulo. **(Fig.09)**

⁸ "A projeção isométrica, exemplo explicado". SMITH, Ray. *Introdução à perspectiva*. Lisboa, 2ª Edição, Editorial Presença, 2004. p. 71.

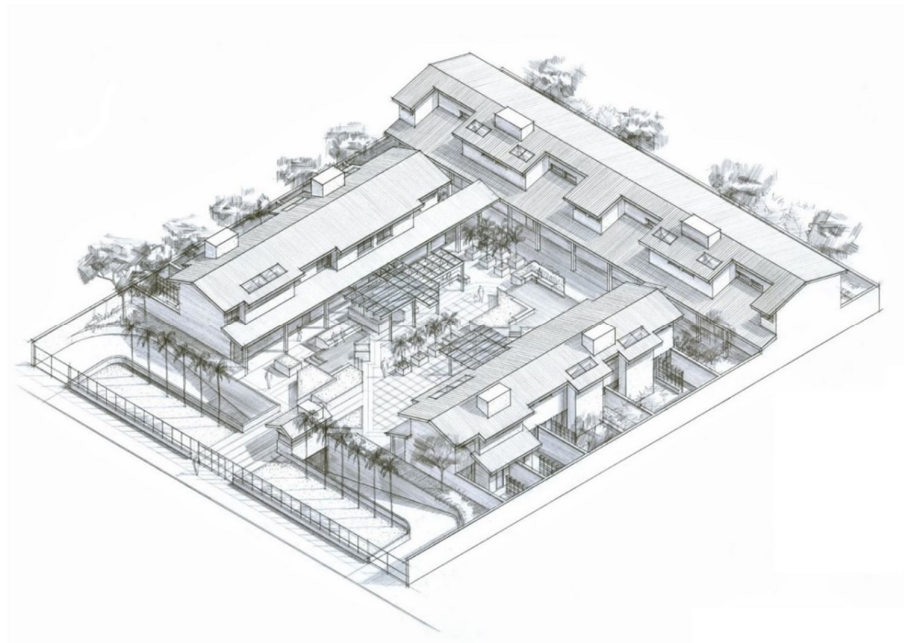


Fig.09 – Desenho de um projeto utilizando a representação isométrica, feito por Eduardo Bajzek para a disciplina de Projeto Arquitetônico IV, do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Mackenzie, São Paulo. Disponível em http://ebbilustracoes.blogspot.com.br/2009_11_01_archive.html. Datado em 29 de novembro de 2009.

Projeção Dimétrica

A representação dimétrica é caracterizada pela proporção tomada em cada eixo cartesiano, onde dois dos eixos terão a mesma proporção e o terceiro eixo terá uma proporção diferente. Por exemplo, podemos tomar os eixos x e y na proporção 1 e o eixo z na proporção 1/2. **(Fig.10).**

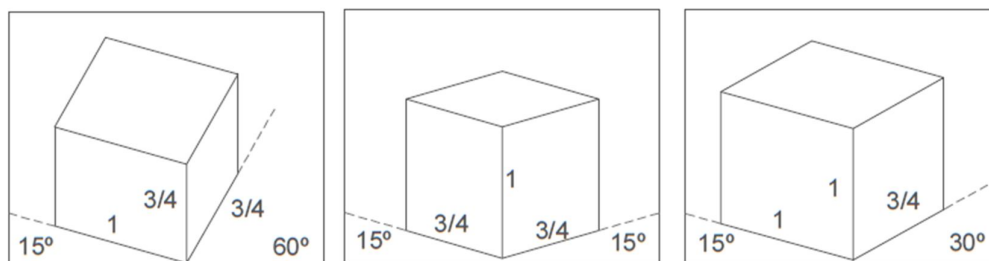


Fig.10 – Em cima três imagens representando uma projeção axonométrica de um objeto tridimensional inclinado de modo que dois de seus eixos principais são escorçados na mesma proporção e o terceiro aparece mais longo ou mais curto que os outros dois. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Projeção Trimétrica

A representação trimétrica é caracterizada pela proporção tomada em cada eixo cartesiano, onde os três eixos terão proporções diferentes. Por exemplo, podemos tomar os eixo x na proporção 2, y na proporção 1 e o eixo z na proporção 1/2. (Fig.11).

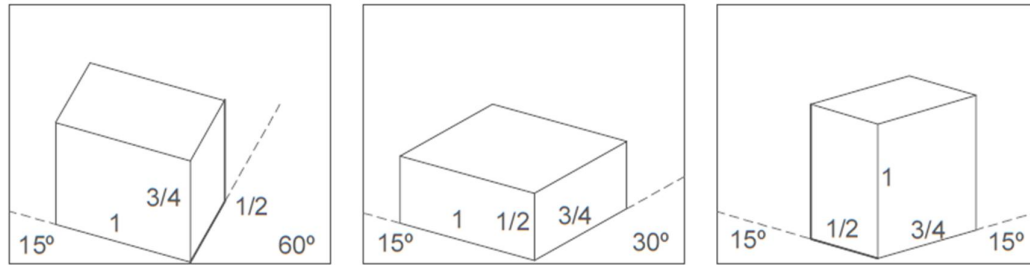


Fig.11 – Acima três imagens representando uma projeção axonométrica de um objeto tridimensional inclinado de modo que os três eixos principais são escorçados em proporções diferentes. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Nas Projeções oblíquas (Fig.12).

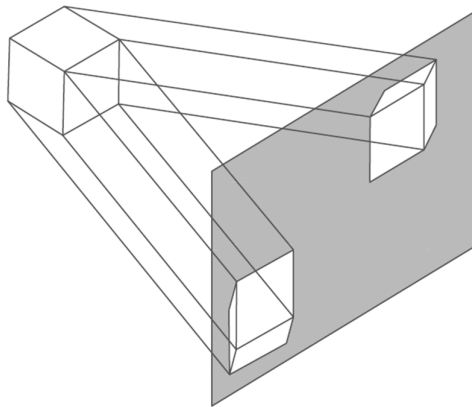


Fig.12 – Em cima desenho representando método de projeção em que um objeto tridimensional, que tem uma das faces paralela ao plano do quadro, é representado mediante a projeção de linhas paralelas a um ângulo diverso de 90° com o mesmo plano. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Representação cavaleira é projeção oblíqua, em que uma das faces é paralela ao quadro e as demais são desenhadas na mesma escala ou em escalas reduzidas em relação àquela. **(Fig.13).**

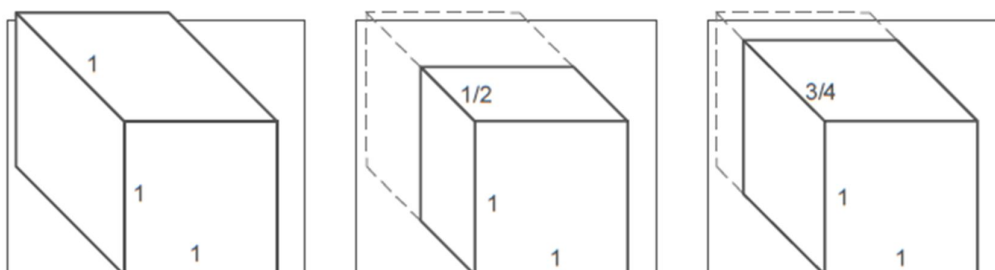


Fig.13 – Projeção oblíqua, em que uma das faces é paralela ao quadro e as demais são desenhadas na mesma escala ou em escalas reduzidas em relação àquela. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

1.3. Perspectiva com um ponto de fuga

Na arquitetura, a perspectiva com um ponto de fuga é utilizada principalmente para representar ambientes internos de uma edificação, como uma sala de estar, um escritório ou uma cozinha, por exemplo, podendo na cena, estarem representados os mobiliários como sofás, mesas, camas, cadeiras, tapetes etc. Na perspectiva com um ponto de fuga as retas horizontais e verticais estão paralelas ao quadro e as retas que definem a profundidade convergem para um único ponto de fuga. No curso de arquitetura é necessário que o aluno aprenda a desenhar esse tipo de perspectiva, pois essa será de grande importância para que ele possa elaborar e compor ambientes internos. **(Fig.14).**

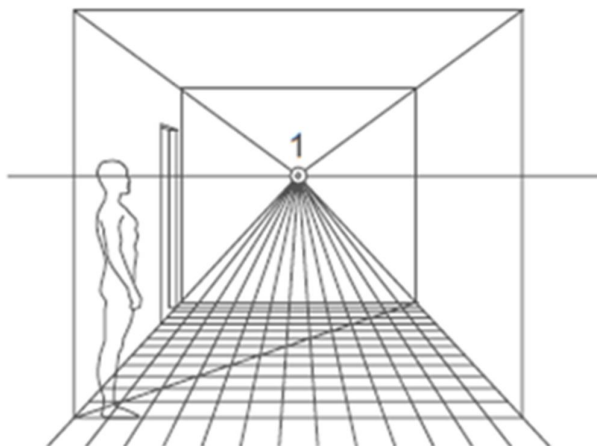


Fig.14 – Em cima desenho representando uma perspectiva com apenas um ponto de fuga. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

1.4. Perspectiva com dois pontos de fuga

Com o passar dos tempos artistas foram dominando a perspectiva de um ponto de fuga, e depois passaram a adicionar mais pontos de fuga, proporcionando cenas mais complexas e interessantes para seus desenhos e pinturas. Uma vez que os artistas têm compreensão completa da perspectiva, eles podem optar por distorcê-la. Isto pode ajudar a expressar a sua ideia no quadro, o que sugere movimento, ou adicionar a sua imagem um impacto dramático sobre o espectador.

A Perspectiva de dois pontos de fuga pode ser encontrada em muitos quadros ao longo da história. Frequentemente é utilizada para representar edificações como é o caso desta pintura de Gustave Caillebotte, Paris, Um dia chuvoso de 1877. Esta pintura mostra o edifício do lado esquerdo do quadro representado na perspectiva de dois pontos de fuga. **(Fig.15)**.



Fig.15 – Gustave Caillebotte , Paris : Um dia chuvoso de 1877. Esta pintura mostra o edifício do lado esquerdo do quadro representado na perspectiva de dois pontos de fuga.

No campo da arquitetura a perspectiva com dois pontos de fuga é utilizada principalmente para representar a parte externa de edificações, em que o observador esteja a uma determinada distância onde possa observar a edificação por completo. Os principais elementos da perspectiva com dois pontos de fuga são o objeto representado, a linha do horizonte, os respectivos pontos de fuga e a distância entre o observador e o objeto. Esse tipo de perspectiva foi e ainda é muito usado pelos arquitetos para apresentação de projetos e divulgação do trabalho (**Fig.16**). Ainda neste trabalho abordaremos o exemplo paradigmático do arquiteto Frank Lloyd Wright e como ele utilizava seus desenhos na apresentação e divulgação do seu trabalho.



Fig.16 – Em cima desenho representando uma perspectiva com dois pontos de fuga feita em aquarela pelo arquiteto Eduardo Bajzec para o escritório Marcos Tomanik, para apresentação e divulgação do projeto. Disponível em http://ebbilustracoes.blogspot.com.br/2009_11_01_archive.html. Datado em 16 de novembro de 2009.

No ensino da arquitetura a perspectiva com dois pontos de fuga tem um papel importante na formação dos alunos, pois além de aprenderem a representar os projetos arquitetônicos desenvolvidos no curso, estarão desenvolvendo e aperfeiçoando sua percepção tridimensional em um nível mais complexo que a representação isométrica. Além dos discentes aprenderem como fazer uma perspectiva com dois pontos de fuga, também devem aprender a desenhar os elementos complementares que irão compor a paisagem no desenho, como a figura humana e outros elementos da paisagem, como árvores, palmeiras, arbustos, veículos automotores e mobiliários urbanos. Na figura em baixo mostra-se a relação entre observador, quadro e objeto e os respectivos pontos de fuga. (Fig.17).

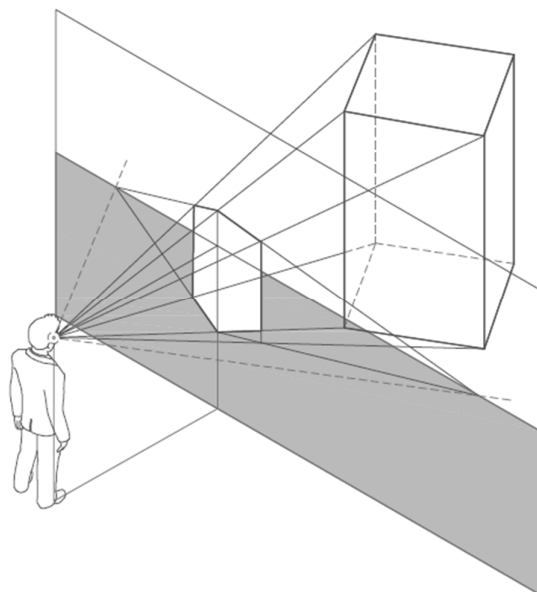


Fig.17 – Em cima desenho representando uma perspectiva com dois pontos de fuga. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

1.5. Perspectiva com três pontos de fuga

A perspectiva com três pontos de fuga é caracterizada pela distância do observador em relação à linha do horizonte, que deve estar muito abaixo ou muito acima da linha do horizonte. É exemplo disso, um observador a ver a cidade a bordo de um helicóptero, ao passar próximo a um prédio. Numa vista de cima, observa que além de existirem dois pontos de fuga na linha do horizonte, o prédio se afunila na sua base por estar mais longe e suas linhas verticais convergem para um ponto de fuga que estaria localizado de baixo da terra. (**Fig.18**).

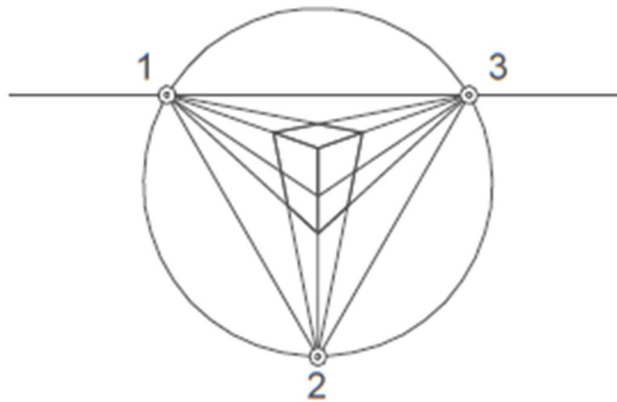


Fig.18 – Em cima desenho representando uma perspectiva com três pontos de fuga. Redesenhado pelo autor, desenho assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014, a partir de: Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

1.6. Luz solar e sombra

Quando o sol está ao lado do observador, significa que os raios luminosos poderão estão paralelos ao quadro e continuam mantendo o paralelismo na perspectiva (**Fig.19**).

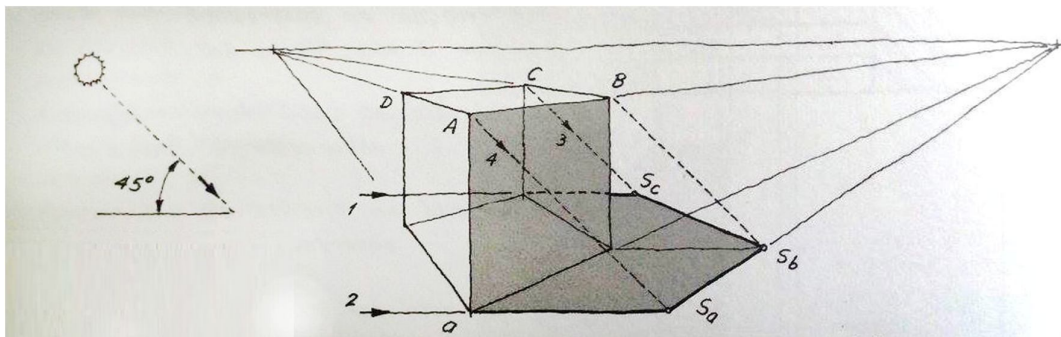


Fig.19 – “Desenho da perspectiva do cubo com a inclinação dos raios solares a 45° e paralelos ao quadro”. MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983. p. 104.

Quando o sol está longe do observador, mas à sua frente, considerando sua distância infinita, podemos considera-lo como representado pelo ponto de fuga S' dos raios solares – ponto de fuga das retas paralelas à projeção do raio de luz –, cujo ponto de fuga das projecções horizontais desses raios solares se projetam na linha do horizonte em S' . (**Fig.20**).

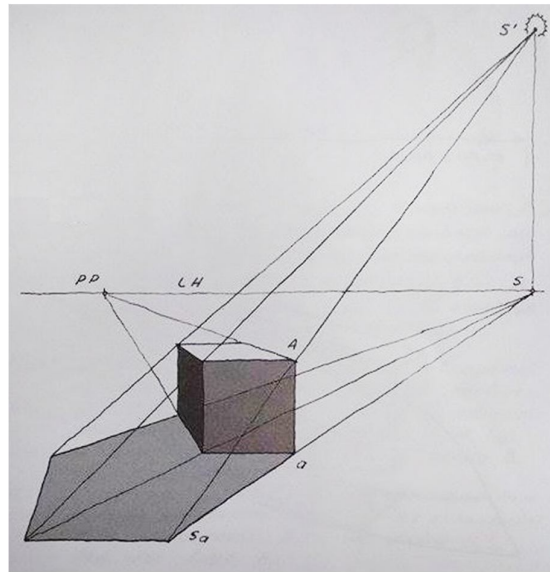


Fig.20 –. “Desenho da perspectiva das sombras de um cubo com a posição do sol à frente do observador”. MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983. p. 106.

Quando o sol está atrás do observador e à frente do quadro ele não estará visível. Neste caso, pode-se considerar o processo de construção do desenho igual ao do caso anterior, só que introduzindo o conceito de imagem virtual do sol, indicada por S' em baixo da linha do horizonte. Onde a sombra estará convergindo para a projeção da imagem virtual do sol indicada por PD.⁹ (Fig.21).

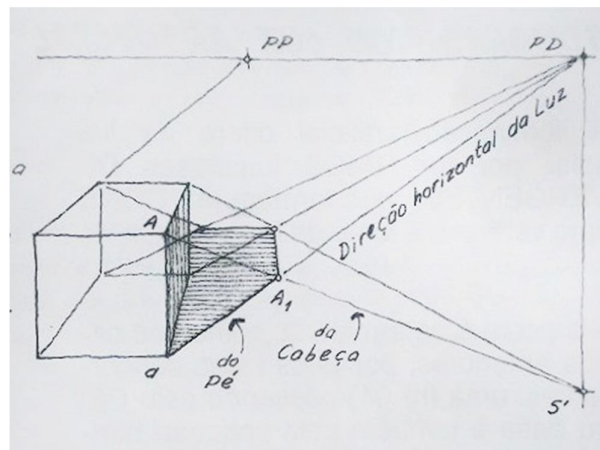


Fig.21 –. “Desenho da perspectiva das sombras de um cubo com a posição do sol atrás do observador”. MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983. p.103 – p. 109.

⁹ “A perspectivas das sombras pela iluminação natural”. MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983. p.109.

1.7. Perspectiva com vários pontos de fuga

No caso específico de uma escada helicoidal, desenhada a partir de uma planta baixa e de uma elevação, no Autocad 2d, em três dimensões e construída pelos métodos da perspectiva linear (**Fig.21**), vemos que os degraus estão posicionados em direções diferentes e cada direção gerou um ponto de fuga diferente como indica a imagem (**Fig.22**). (Ver Imagem ampliada em anexo).

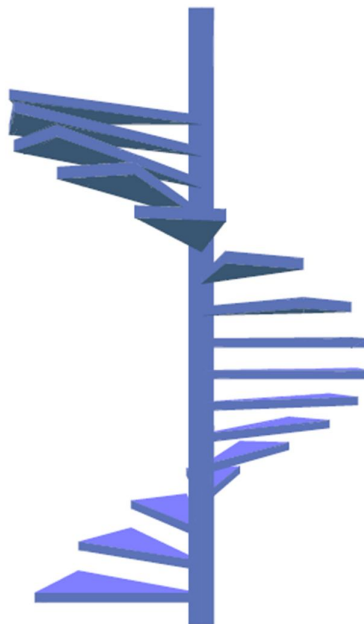


Fig.21 – Em cima desenho representando uma escada helicoidal em três dimensões. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

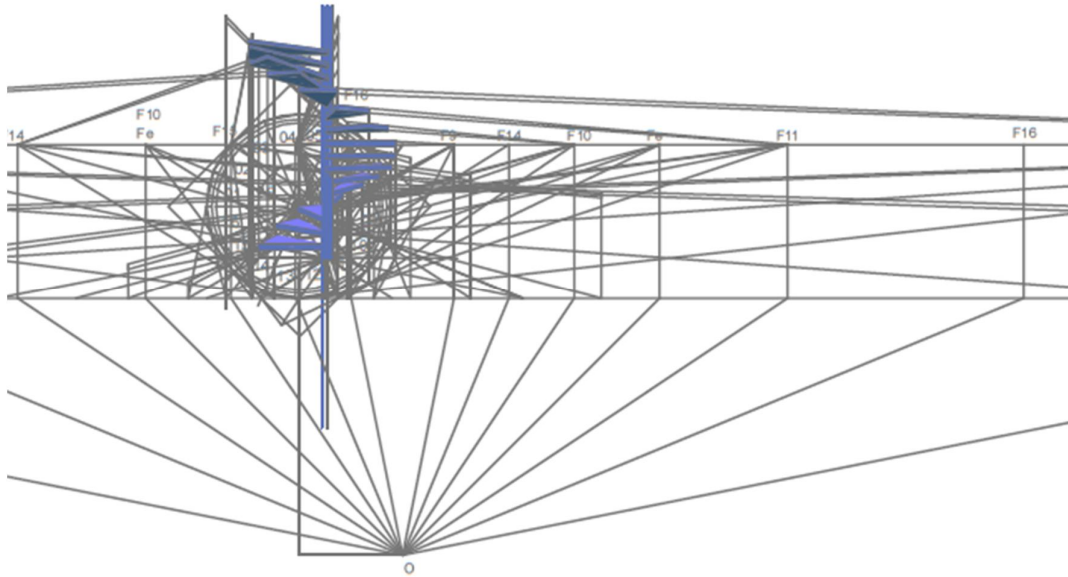


Fig.22 – Desenho representando uma escada helicoidal em três dimensões com a indicação do observador e dos vários pontos de fuga. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

1.8. Refletância em espelhos planos

Segundo um princípio universal, uma superfície de simetria entre a imagem real e a refletida é nomeada de “simetria especular”, todo espelho plano reflete os raios de luz, sendo o ângulo de incidência α igual ao ângulo de reflexão β . (**Fig.23**).

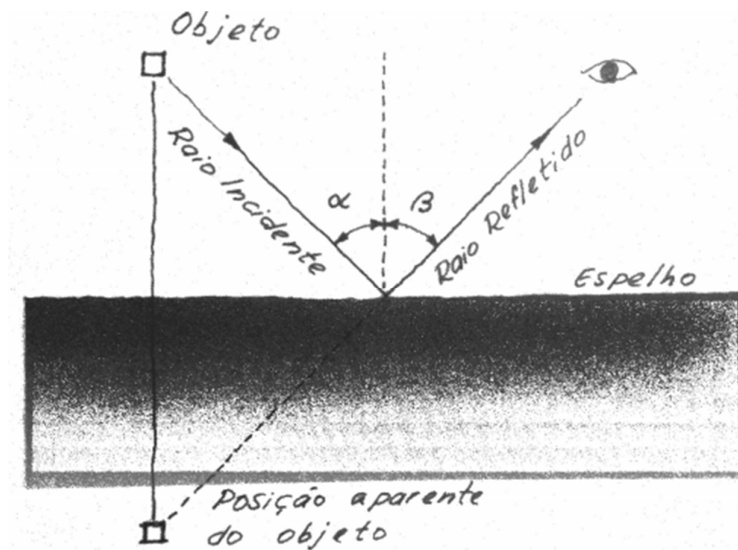


Fig.23. MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983.

Na figura em baixo mostra-se o exemplo de refletância em espelho plano representado em perspectiva, onde F3 é o ponto de fuga das retas perpendiculares ao espelho que vão conter os reflexos. Este tipo de representação não é vista com frequência na arquitetura, porém, a elaboração de uma perspectiva como esta trará ao aluno a oportunidade de se aprofundar no universo da tridimensionalidade e da perspectiva (**Fig.24**).

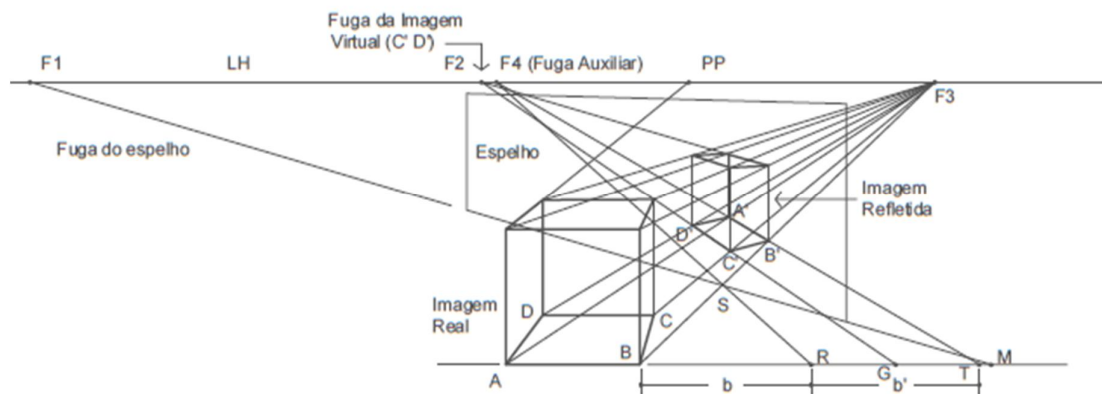


Fig.24 – Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014. Baseado em MONTENEGRO, G. A. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983. Pag 114.

1.9. Quadro esférico

A Perspectiva utilizando quadro esférico proporciona ao observador um efeito de uma imagem comprimida, semelhante a uma fotografia executada com uma lente olho-de-peixe ou uma imagem vista num espelho convexo. Na figura em baixo mostra-se um exercício realizado na disciplina de Estruturas do Mestrado de Desenho, orientado pelo Prof. António Trindade (Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa). Para chegarmos ao desenho final, o processo de construção do desenho desenvolveu-se através de uma grelha auxiliar, onde são indicados cinco pontos de fuga, sendo eles dois na vertical, dois na horizontal e um ao centro para dar a profundidade, e também de vistas cotadas do objeto (**Fig.25**).

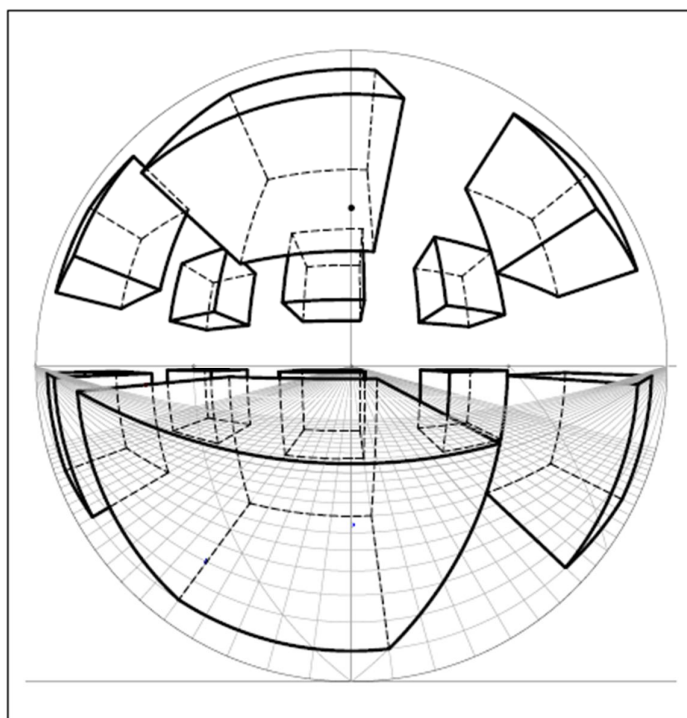


Fig.25 – Exercício realizado na disciplina de Estruturas, Mestrado Desenho, orientado pelo Prof. António Trindade. Desenho do Professor António Trindade assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

1.10. Perspectiva Atmosférica

A obra “As Ruínas da Abadia de Tintern” foi realizada em aguarela com desenho subjacente com as dimensões de 33,3 x 24cm, segundo informações do catálogo da Exposição “O Traço e a Cor” anteriormente citada no texto. Em relação as características espaciais do desenho, a percepção visual do leitor irá admitir que há tridimensionalidade e profundidade na cena representada pelo autor. A tridimensionalidade é expressada pela relação espacial entre o conjunto arquitetónico e a posição do observador (autor), onde aquele é representado em perspectiva no plano visual do observador e a profundidade é percebida pela sobreposição¹⁰ de elementos na figura. Temos num primeiro

¹⁰ A ilusão da terceira dimensão é simplesmente provocada, por que a luz que propaga em linha reta, atingem um plano ou um objeto mais próximo, tapando parcialmente a visão de outros mais distantes. Manuel Jorge Rodrigues COUCEIRO da COSTA, *Perspectiva e Arquitectura. Uma expressão de inteligência no Trabalho de Conceção*, Dissertação, Lisboa, Universidade Técnica de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Maio de 1992, ver figura 1.26 e a p. 29.v.

plano as Ruínas da Abadia de Tintern, tida como objeto principal da cena, sobreposta a uma edificação ao fundo. Outra característica presente da profundidade é o tamanho¹¹ dos objetos em cena onde o objeto principal aparece com dimensões maiores por estar mais próximo do observador e os demais objetos vão aparecendo num tamanho menor por estarem mais distantes do observador. (Fig.26).

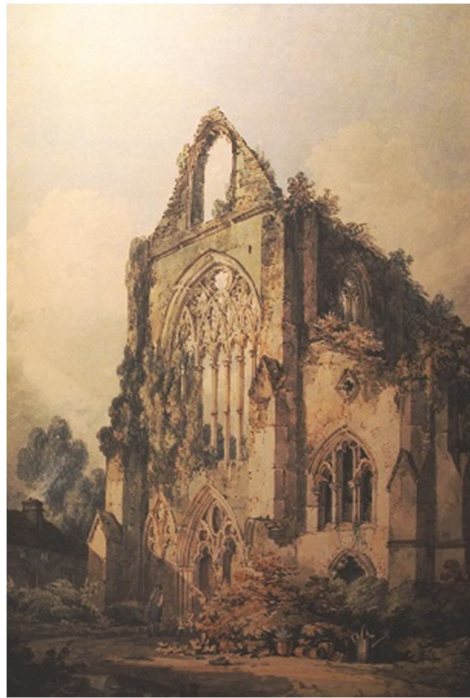


Fig.26 – Aquarela com desenho subjacente “Ruínas da Abadia de Tintern” CATÁLOGO: FIGALGO, Manuela [et al.] O Traço e a Cor. Desenhos e Aquarelas na Coleção Calouste Gulbenkian, Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

Observando a figura e identificando características da perspectiva atmosférica¹² podemos dividi-la em dois planos. O primeiro plano contém a

¹¹ Tendemos a perceber os objetos do mesmo tipo, como uniformes no seu tamanho, independentemente da distância; inversamente se a imagem apresenta tamanhos diferentes surge a ideia de que os de menores dimensões estão mais longe. Manuel Jorge Rodrigues COUCEIRO da COSTA, *Perspectiva e Arquitectura. Uma expressão de inteligência no Trabalho de Conceção*, Dissertação, Lisboa, Universidade Técnica de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Maio de 1992, ver figura 1.28 e a p. 29.v.

¹² São os efeitos produzidos pelas camadas de ar, entre o observador e os objetos, que alteram a nitidez, a cor e as tonalidades, podendo ser reproduzidos, em desenho, por várias técnicas. Manuel Jorge Rodrigues COUCEIRO da COSTA, *Perspectiva e Arquitectura. Uma expressão de inteligência no Trabalho de Conceção*, Dissertação, Lisboa, Universidade Técnica de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Maio de 1992, ver figura 1.30 e a p. 29.v.

edificação e a área próxima ao observador e o segundo plano contém o restante da paisagem que compõe a cena mais ao fundo, ou seja, o céu, a vegetação e a possível casa com a chaminé à esquerda.

Analisando o primeiro plano em relação às cores podemos observar a predominância de cores quentes, principalmente na fachada do edifício, onde se incide a luz do sol, característica da perspectiva atmosférica. **(Fig.27)**. Neste setor os componentes próximos ao observador são representados com nitidez e cores quentes, enquanto que os componentes mais distantes com menos nitidez e cores frias, criando um efeito visual atmosférico. Quanto maior for a camada de ar entre o observador e o objeto maior será o uso de cores frias.

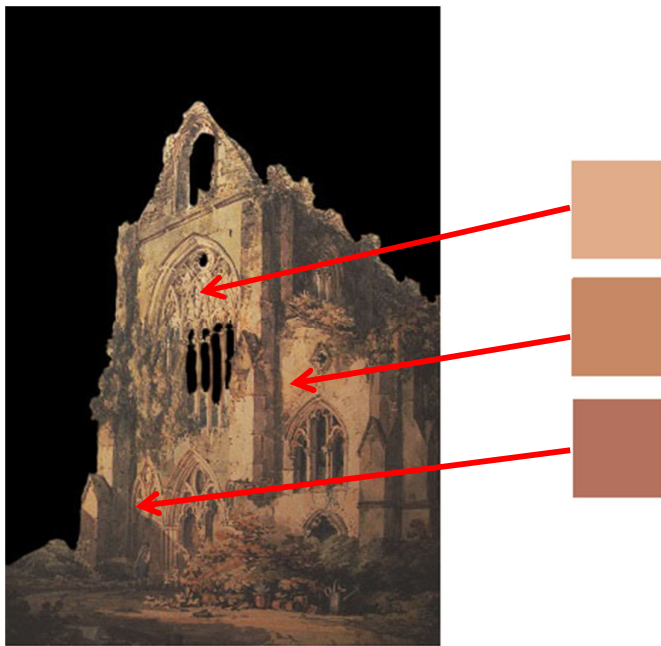


Fig.27 – Estudo mostrando a presença de cores quentes no primeiro plano. A partir de Aquarela com desenho subjacente “Ruínas da Abadia de Tintern” CATÁLOGO: FIGALGO, Manuela [et al.] O Traço e a Cor. Desenhos e Aquarelas na Coleção Calouste Gulbenkian, Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

No segundo plano podemos identificar os componentes que estão distantes do observador, onde predomina o uso de cores frias, além do céu que por natureza é azul, ou seja, uma cor fria. Podemos observar na casa com a chaminé e a vegetação à esquerda também o uso de cores frias. **(Fig.28)**.

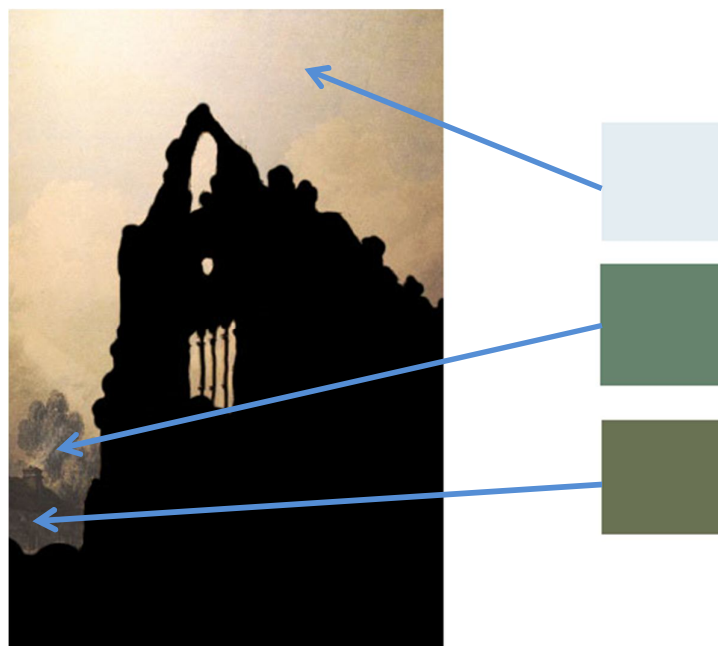


Fig.28 – Estudo mostrando a presença de cores frias no segundo plano. A partir de Aquarela com desenho subjacente “Ruínas da Abadia de Tintern” CATÁLOGO: FIGALGO, Manuela [et al.] O Traço e a Cor. Desenhos e Aquarelas na Coleção Calouste Gulbenkian, Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

1.11. *Croquis* como ferramenta de expressão gráfica

Para muitos arquitetos a ferramenta do *croquis* é indispensável para a criação do projeto arquitetônico, onde os primeiros estudos através dos esboços permitirão o surgimento e a ideia conceitual do projeto. É o exemplo deste desde desenho (**Fig.29**) que mostra uma série de *croquis* feitos pelo arquiteto nova-iorquino Vito Acconci, onde mostra um estudo inicial para o projeto paisagístico denominado “Cour dans le vent” em Munique, Alemanha, no ano de 2000. No desenho são mostradas várias tentativas com rabiscos de formas quase que abstratas, onde o autor tenta encontrar a forma ideal para seu projeto.

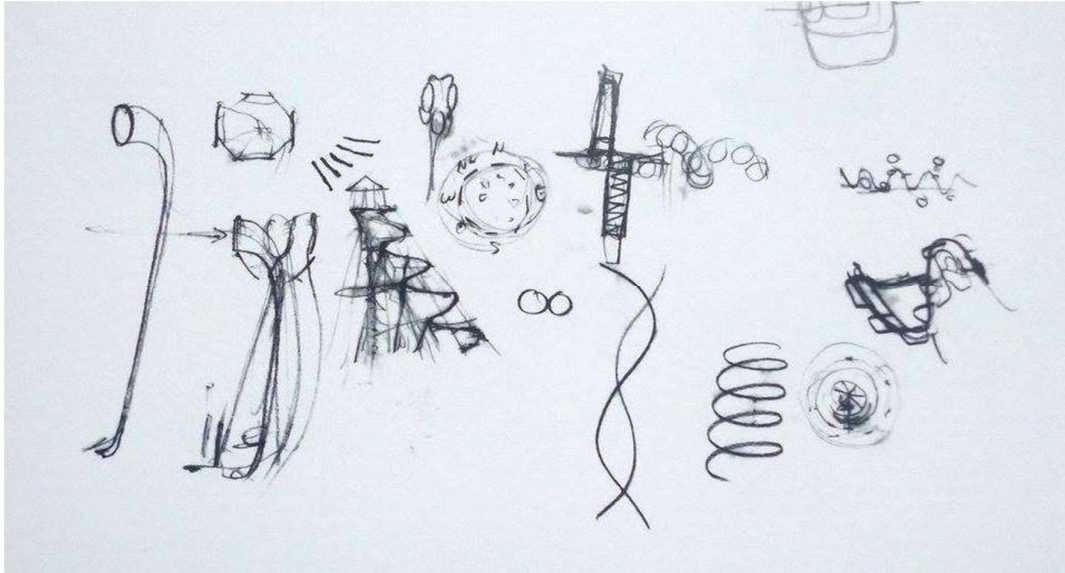


Fig.29 – Em cima uma série de *croquis* do nova-iorquino Vito Acconci, representando o início do processo do projeto denominado “Cour dans le vent” em Munique, Alemanha no ano de 2000. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d’Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 18.

Em baixo podemos observar os *croquis* conceptuais do arquiteto espanhol Santiago Calatrava, conhecido mundialmente pela forma como consegue particularmente conceber arquitetura, partindo da Natureza. Calatrava procura explorar em seus projetos o uso da consciência das propriedades estruturais baseando-se nas formas da natureza. É através do *croquis* que explicam as suas analogias, relacionando o objeto arquitetônico com as formas naturais que deram inspiração para concebê-lo (**Fig.30 e Fig.31**).

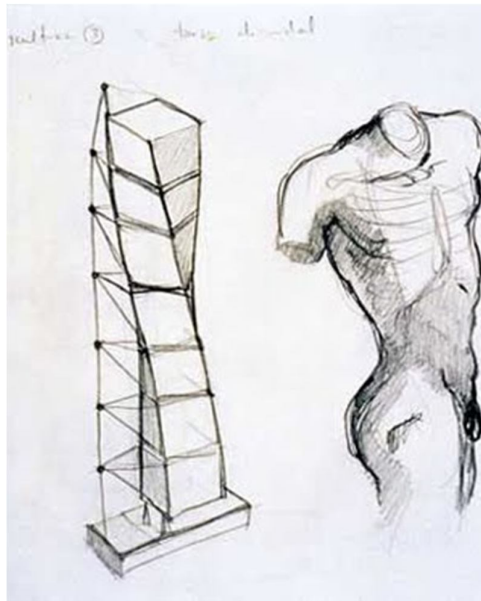


Fig.30 – Desenho de *croquis* representando o conceito visual, Tunning Torso, Santiago Calatrava. Disponível em <http://www.arcspace.com/features/santiago-calatrava/turning-torso/>

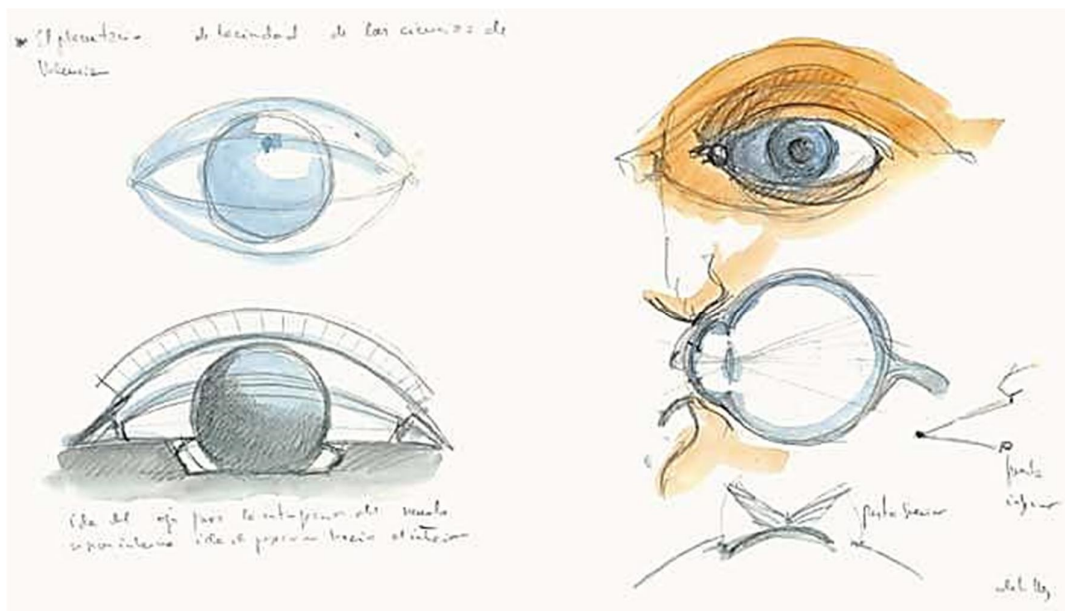


Fig.31 – Desenho de *croquis* representando o conceito visual, Hemipheric, Santiago Calatrava. Disponível em <https://cultureofdesign.wordpress.com/tag/santiago-calatrava/>

A utilização do *croquis* para apresentação de várias propostas ilustra-se no caso deste desenho (**Fig.32**) que mostra várias composições para a mesma fachada, feitas por arquitetos do Estúdio “Terragram” para o Museu Nacional da Austrália. Nesse caso a ferramenta do *croquis* pode ser utilizada pelo arquiteto para defender suas propostas diante do cliente, apresentando várias possibilidades.

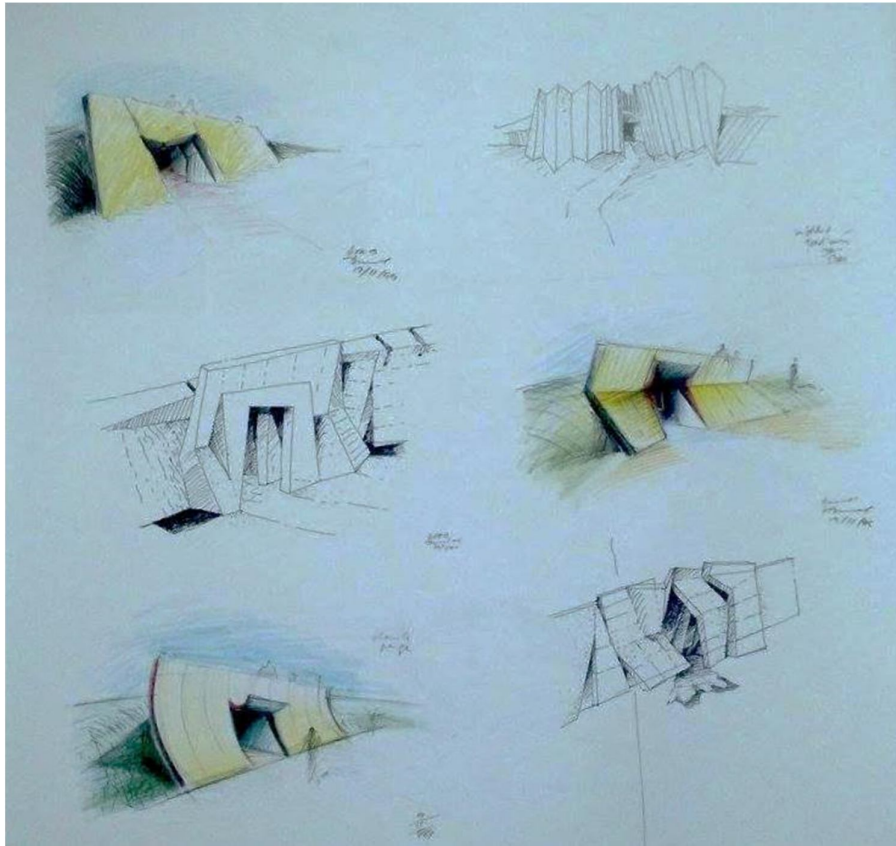


Fig.32 – Em cima desenho mostrando uma série de *croquis* que mostra várias composições para a mesma fachada, feitas por arquitetos do Estúdio “Terragram” para o Museu Nacional da Austrália. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d’Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 568.

Podemos aqui observar a relação *croquis* e o projeto arquitetônico depois de executado, assim como o *croquis* pode expressar a ideia da forma de como ficará o objeto arquitetônico final, o arquiteto também pode mostrar através do *croquis* algo que já executou. Nas próximas imagens podemos comparar como as formas dadas pelo arquiteto através do *croquis* podem vir a aparecer depois do projeto executado. O desenho foi feito pelo arquiteto espanhol José Abeijón Fernandez para o projeto do Centro Social e Cultural da cidade de Castro de Ribeiros de Lea, Espanha, 2005 (**Fig.33 e Fig.34**).

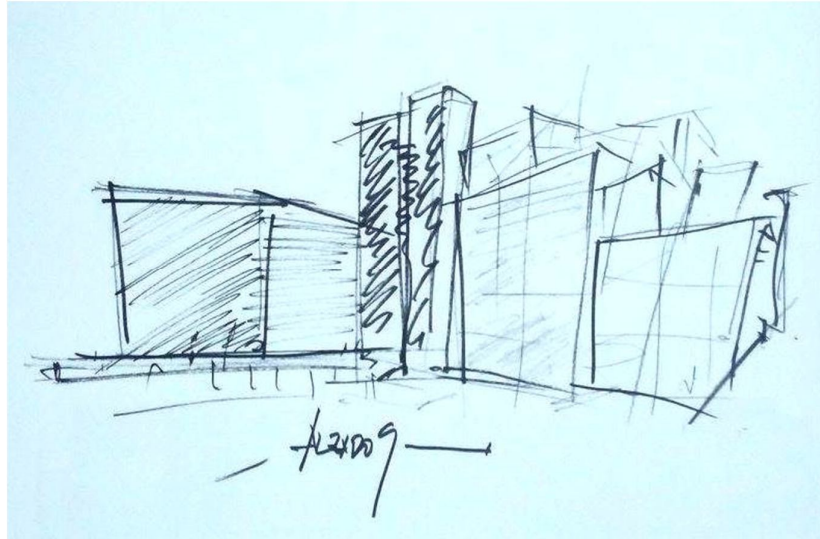


Fig.33 – Em cima desenho do arquiteto espanhol José Abeijón Fernandez para o projeto do Centro Social e Cultural da cidade de Castro de Ribeiras de Lea, Espanha, 2005. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d'Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 14.



Fig.34 – Em cima projeto do Centro Social e Cultural da cidade de Castro de Ribeiras de Lea, Espanha, 2005. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d'Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 15.

Alguns tipos de *croquis* podem ser feitos para explicar o funcionamento do projeto proposto, apresentando informações importantes, como, por exemplo, a ventilação natural de um edifício, como o projeto pode se comportar diante a luz do sol ou até mesmo como pode se comportar perante a chuva, como é o caso que mostramos na imagem em baixo. Trata-se de um *croquis* feito pelo arquiteto Herbert Dreiseitl, que mostra um esquema onde as águas

da chuva caem e escorrem através de uma diferença de nível e se acumulam na parte inferior. Esse estudo foi feito para o projeto do “Tanner Spring Park” na cidade de Portland, Estados Unidos, 2005. (Fig.35).

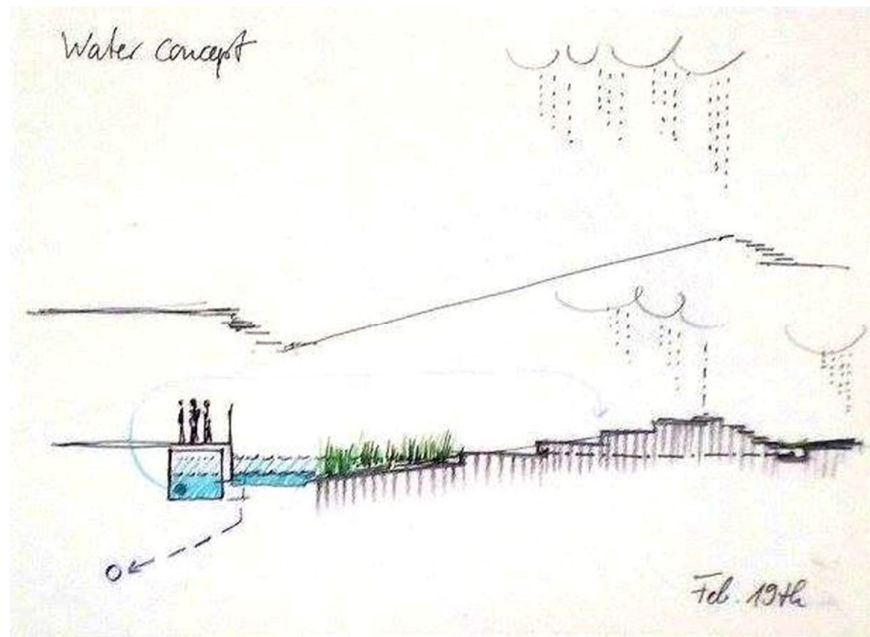


Fig.35 – Em cima *croquis* feito pelo arquiteto alemão Herbert Dreiseitl, demonstrando um corte, para explicar o escoamento das águas no projeto do “Tanner Springs Park” em Portland, Estados Unidos, 2005. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d’Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 59.

O desenvolvimento do processo de criação do projeto da cidade de Brasília, através do uso de *croquis* que é exemplificado pelo estudo feito pelo arquiteto e urbanista brasileiro Lúcio Costa, mostra primeiramente o cruzamento de dois eixos que definiram o plano inicial da cidade, com dois terraplenos e uma plataforma central, a estação ferroviária. Com o arqueamento de um dos eixos definiu-se uma área urbanizável triangular, onde o eixo vertical deu-lhe o nome de Monumental, onde abrigaria as funções cívicas e políticas da cidade e o outro horizontal arqueado deu-lhe o nome de Rodoviário-Residencial, onde se concentraria as áreas de moradia e circulação motorizada. Ao longo desse eixo foram projetadas superquadras, que seriam um conjunto com quatro quadras com trezentos metros de lado e que continham edificações lineares com seis andares sobre pilotis formando uma

grande área residencial servida de infra-estrutura de comércio e de serviços para a comunidade (**Fig.36 e Fig.37**).

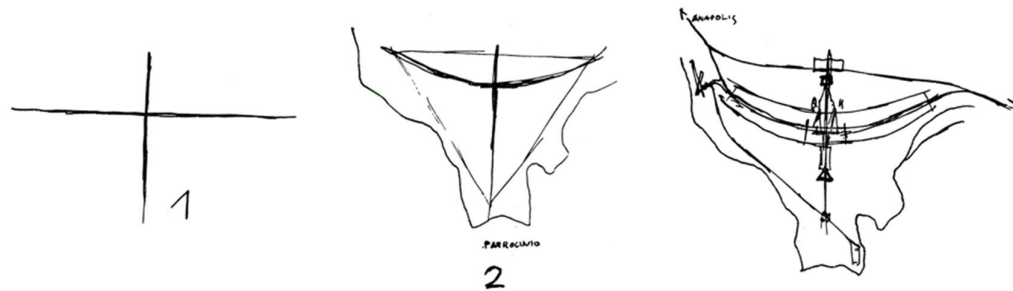


Fig.36 – Em cima desenho de *croquis* representando o conceito visual do projeto urbanístico da cidade de Brasília, Brasil, Lúcio Costa. WISNIK, Guilherme. Espaços da arte brasileira/ Lúcio Costa. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

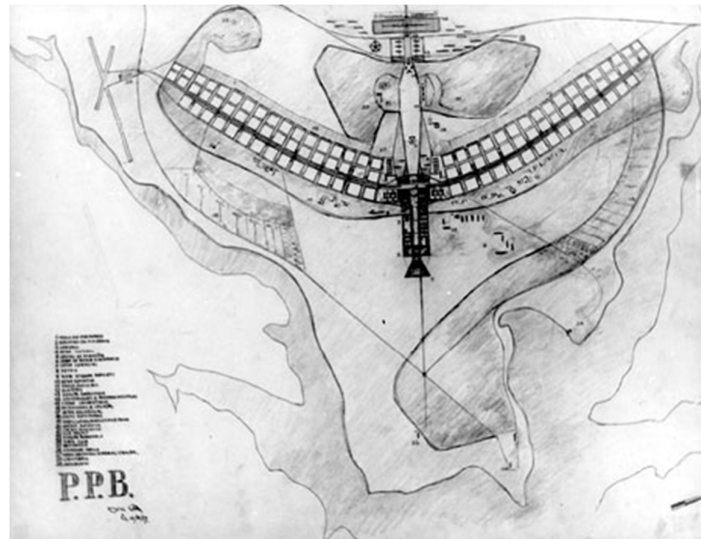


Fig.37 – Em cima desenho de *croquis* representando o conceito visual do projeto urbanístico da cidade de Brasília, Brasil, Lúcio Costa. WISNIK, Guilherme. Espaços da arte brasileira/ Lúcio Costa. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

O *croquis* de zoneamento é um desenho em planta que mostra como estão organizados os ambientes ou setores de uma composição arquitetônica ou urbana, esses ambientes podem ser indicados através de cores, texturas, números ou letras na planta e acompanhando ao lado uma referida legenda com as informações a serem transmitidas. Por exemplo, podemos mostrar onde estariam as zonas molhadas de uma casa, no caso estariam pintadas na planta, banheiros, cozinha e área de serviço com a referente legenda, ou mostrar as zonas restritas e zonas de atendimento ao público, num

Hand-drawn map of Lima, Peru, showing the city layout, surrounding areas, and various landmarks. The map is oriented with North at the top. The city is enclosed by a wall, with the 'TORRE DE SAN MARCOS' (Tower of San Marcos) at the top. The city is divided into several districts, each labeled with a letter. The central area is labeled 'Corte'. To the right is 'Puerto de las Aguas'. To the left is 'Puerto de San Marcos'. The map is surrounded by a yellowish-brown area representing the surrounding landscape. Various handwritten notes in Spanish are scattered around the map, providing additional information about the city and its surroundings.

Handwritten notes on the map include:

- Top left: "Criminales", "Puerto de San Marcos"
- Top center: "Torre de San Marcos", "Corte"
- Top right: "Corte", "Puerto de las Aguas"
- Bottom left: "Puerto de San Marcos", "Corte"
- Bottom center: "Corte", "Puerto de las Aguas"
- Bottom right: "Corte", "Puerto de las Aguas"

Em baixo a figura mostra um *croquis* em planta, feito pelo Estúdio Boora Architects, mostrando duas propostas de organização dos blocos da Vila Adidas, como há a interação entre eles através de setas, linhas pontilhadas, formas e cores, e como estão dispostos em relação ao contexto urbano, Portland, Estados Unidos, 2005. **(Fig.39)**.



Fig.39 – Dois *croquis* feito pelo Estúdio Boora Architects, mostrando duas propostas de organização dos blocos da Vila Adidas, em Portland, Estados Unidos, 2005. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d'Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 59.

O *croquis*, acompanhado de texto, também é frequentemente utilizado por arquitetos. A informação textual vem complementar a informação visual do *croquis*, com o objetivo de transmitir a informação mais completa possível. Em baixo representa-se um exemplo, onde a figura apresenta dois *croquis*, representando duas vistas de uma mesma cabine em perspectiva, onde são indicados através de linhas e texto os materiais indicados no projeto. Este desenho foi realizado pelo arquiteto Rafael de La-hoz, no desenvolvimento do projeto da Câmara de Comercio de Madrid (**Fig.40**).

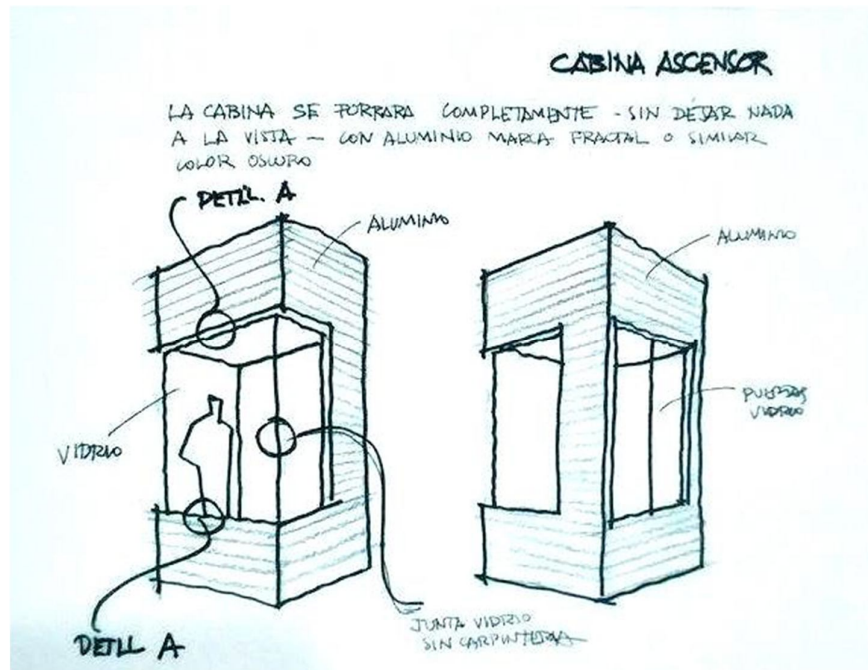


Fig.40 – Croquis feito pelo arquiteto Rafael de La-hoz, mostrando duas vistas em perspectiva de uma mesma cabine, indicando o uso dos materiais na composição, em desenvolvimento do projeto da Câmara de Comercio de Madrid. MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d'Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010. p. 59.

1.15. A projeção ortogonal e o desenho técnico de arquitetura

A origem da arquitetura deu-se nos primórdios da civilização humana, a partir do momento em que a caverna como local habitável passou a não mais oferecer condições necessárias para as necessidades humanas. Por esta razão o ser humano foi impulsionado a transformar o seu entorno imediato e criar habitações utilizando os materiais disponíveis na natureza.

Segundo Airton Cattani, nestas primeiras intervenções é provável que o processo de criar arquitetura ocorresse apenas no nível mental, quando uma solução para determinada ação sobre o meio era imediatamente executada por seu idealizador. Ou então era verbalizada para um grupo, sem necessidade de qualquer outro registro que não a troca de ideias no próprio local onde se dava a intervenção. Outra possibilidade, numa etapa posterior de evolução, era a cópia de um exemplar existente, onde os únicos registros prévios ao ato de construir também se davam apenas no nível da memória. Eventuais problemas ou dificuldades surgidas no decorrer da construção eram resolvidos no instante

mesmo naqueles em que ocorriam baseados nas experiências adquiridas durante a trajetória desses primeiros construtores.¹³

Para entendermos melhor a distribuição dos ambientes de uma edificação, através de um desenho, é necessário que se visualize a organização desses ambientes de cima para baixo, na figura em baixo podemos visualizar uma representação arquitetônica na mesopotâmia em 2450 a.C. **(Fig.41)** Esse tipo de visualização, através de uma projeção ortogonal, deu origem ao que nós conhecemos hoje como planta-baixa.

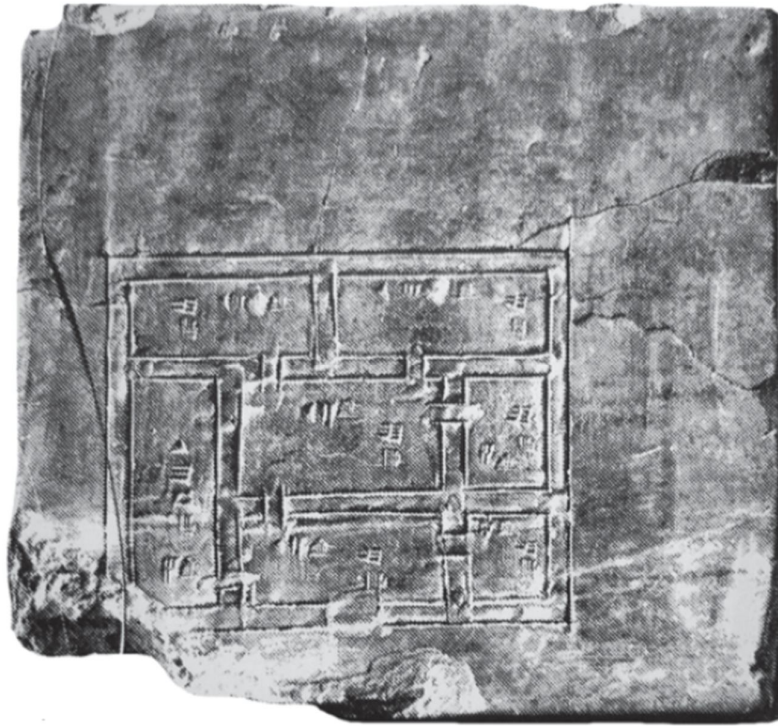


Fig.41 – Representação arquitetônica na mesopotâmia em 2450 a.C. OLIVEIRA, Mário Mendonça de. Desenho de arquitetura pré-renascentista. Salvador: EDUFBA, 2002.

O processo de pensar e representar a arquitetura através do desenho foi evoluindo no decorrer do tempo e na atualidade. Assim como vimos em épocas passadas, os projetos arquitetônicos continuam representados através de projeções ortogonais. Os desenhos técnicos de arquitetura são realizados hoje de forma a trazer as informações necessárias para viabilizar uma construção.

¹³ "As primeiras intervenções e o processo de criar a arquitetura". CATTANI, Airton. Arquitetura e representação gráfica: Considerações históricas e aspectos práticos. Arqtexto, nº 9, 2006. p. 111-112.

Além das projeções ortogonais, são adicionados símbolos de caráter informativo para complementar o entendimento do projeto. Dentre estes desenhos estão as projeções ortogonais de topo, como por exemplo, plantas-baixa, plantas de coberta, locação e agenciamento e projeções ortogonais laterais que são os cortes, fachadas e elevações. Na figura em baixo é mostrado um esquema de como as projeções ortogonais são utilizadas para elaborar o desenho arquitetônico. (Fig.42).

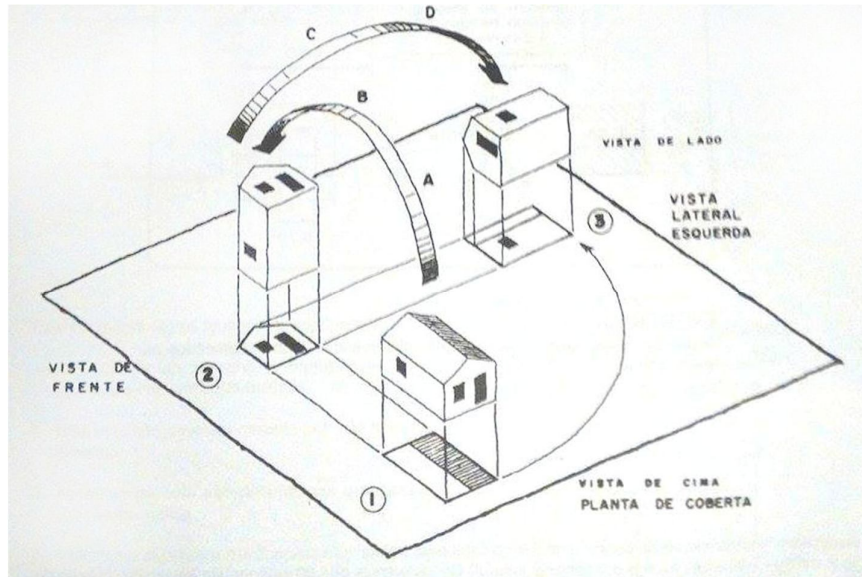


Fig.42 – “As projeções ortogonais da geometria descritiva usadas no desenho arquitetônico.” MONTENEGRO, Gildo Azevedo. Desenho Arquitetônico. São Paulo: Edgard Blucher, 2001 (4ª Edição Revisada).

1.15. O Exemplo paradigmático de Frank Lloyd Write

O uso da perspectiva foi e ainda é também uma forte ferramenta de publicidade para divulgação do trabalho do arquiteto. Antes do advento da computação gráfica, os desenhos de arquitetura eram realizados manualmente, e a utilização da perspectiva artística servia como forma de apresentar o projeto de uma forma tridimensional, ou seja, o cliente que estaria contratando um arquiteto para realizar o seu projeto, e poderia visualizá-lo como seria depois de executado através do desenho da perspectiva. Podíamos assim dizer que o cliente estaria "pagando" pela perspectiva, pois ela passaria uma informação necessária para que o cliente pudesse ter uma noção global do

projeto. O que acontece frequentemente na apresentação de projetos arquitetônicos a clientes, é que muitos deles não conseguem compreender os desenhos técnicos de arquitetura, ou seja, as plantas baixas, cortes, fachadas, detalhamentos etc. Também por que esses desenhos contem uma linguagem técnica, que requer do leitor um conhecimento adquirido para entendê-los, então a perspectiva artística, foi e é um grande diferencial na apresentação de projetos arquitetônicos. A perspectiva também é uma forma bastante explorada para mostrar o arquiteto como um artista, que além de ser um profissional técnico, também pode expressar seu lado artístico através dela. Podemos observar aqui o trabalho de perspectiva do arquiteto Frank Lloyd Wright, que explorou de forma significativa esse recurso para a apresentação de seus projetos. Em baixo podemos observar alguns de seus desenhos, construídos geometricamente de forma rigorosa dentro dos padrões da perspectiva linear (Fig.43, Fig.44, Fig.45, Fig.46).

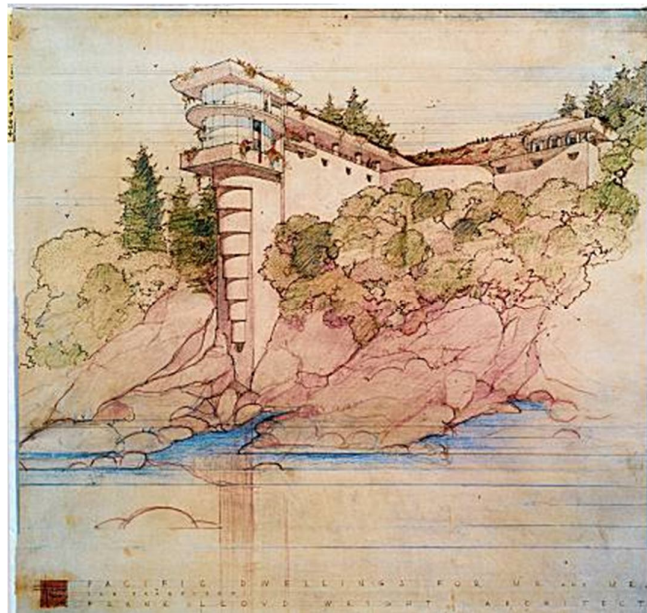


Fig.43 – Em cima desenho de uma casa a ser construída no bairro de San Francisco Seacliff para a família VC Morris. Disponível em <http://www.sfgate.com/books/article/Books-about-Frank-Lloyd-Wright-3291193.php>

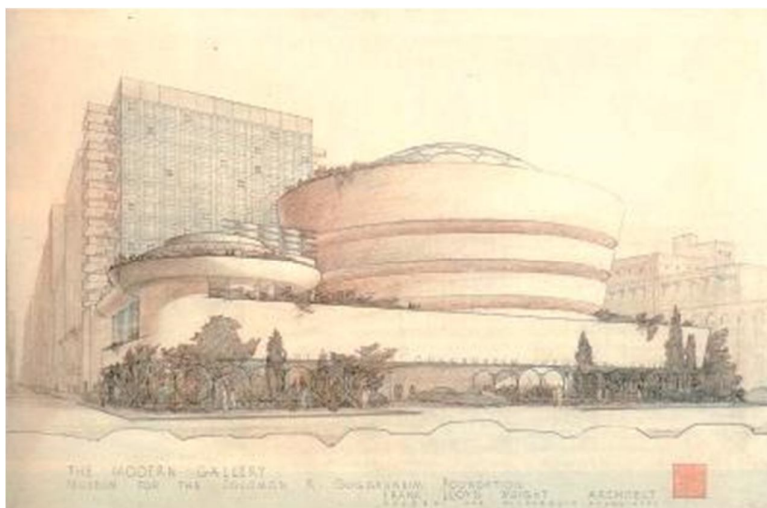


Fig.44 – Perspectiva projeto da Fundação Guggenheim em Nova Iorque, a lápis e lápis de cor sobre papel manteiga, 1951, The Frank Lloyd Wright Foundation.

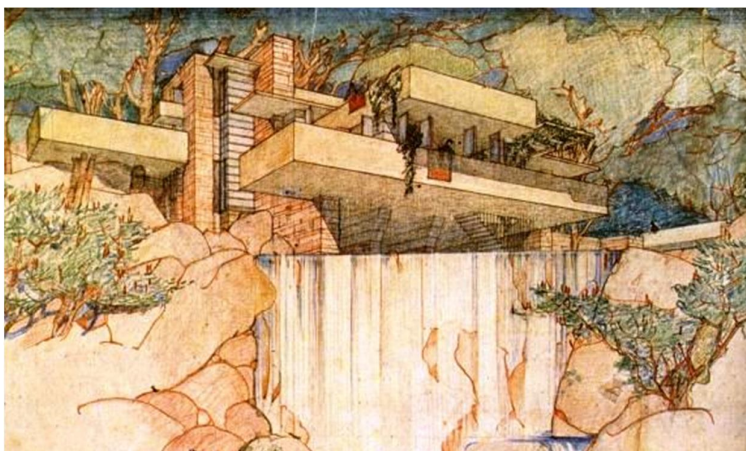


Fig.45 – Perspectiva projeto da Fallingwater na Pennsylvania, a lápis e lápis de cor sobre papel manteiga, 1936, The Frank Lloyd Wright Foundation.

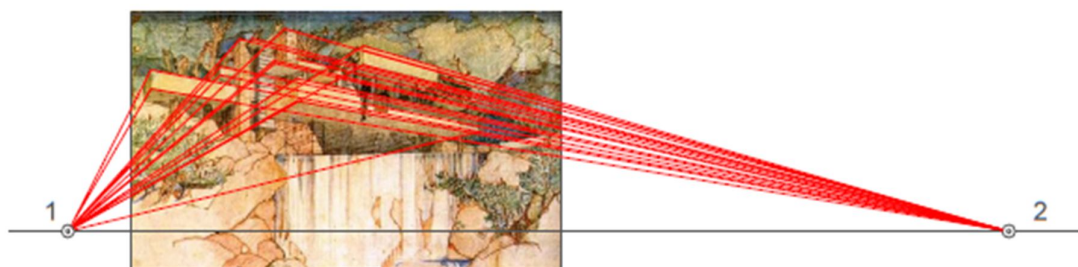


Fig.46 – Acima desenho representando construção da estrutura geométrica com os respectivos pontos de fuga. A partir de Perspectiva projeto da Fallingwater na Pennsylvania, a lápis e lápis de cor sobre papel manteiga, 1936, The Frank Lloyd Wright Foundation.

1.16. Geometria e óptica no desenvolvimento do projeto arquitetônico (ângulos de visão)

Em determinados projetos arquitetônicos é levada em conta a importância de projetar os campos visuais que serão utilizados pelos usuários. É o caso de auditórios, cinemas, teatros, guaritas de segurança entre outros. No desenvolvimento do projeto arquitetônico, o projetista deverá garantir que o campo visual do usuário não seja obstruído. **(Fig.47).**

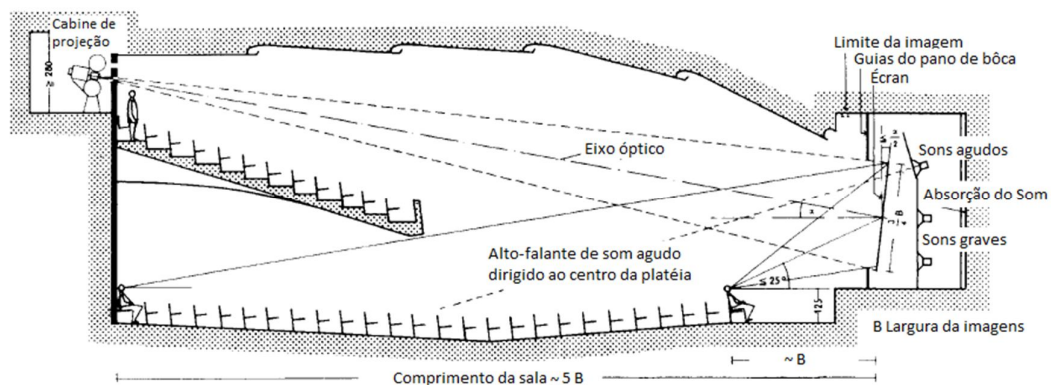


Fig.47 – Pormenores técnicos sobre a visibilidade e audibilidade das salas de exibição cinematográficas: projeção oblíqua com écran inclinado; colocação dos altofalantes. NEUFERT, Ernst. Arte de projetar em arquitetura. Barcelona: Gustavo Gili, 1976. p. 349.

Como por exemplo, podemos observar na figura seguinte um corte longitudinal de uma sala de exibição cinematográfica, onde podemos identificar na imagem os usuários e o objeto de interesse que seria a tela de anteparo da projeção. Observamos também que o feixe de projeção irradia até à tela sem nenhum obstáculo e as linhas inferiores dos campos visuais dos usuários até a parte inferior da tela também são obstruídas por qualquer objeto **(Fig.48).**

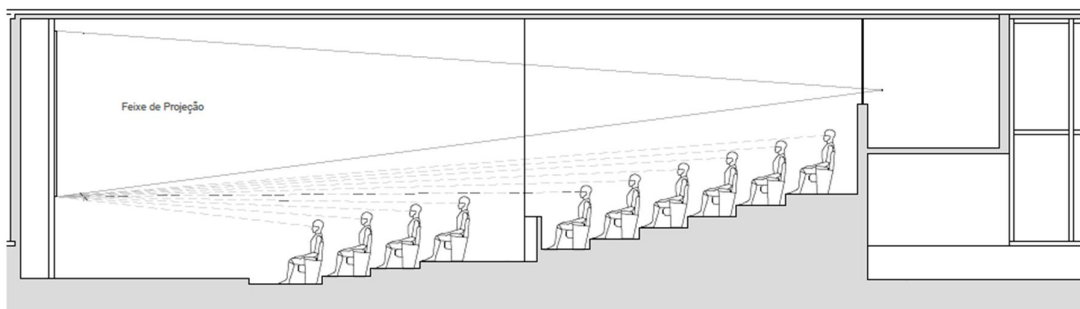


Fig.48 – Em cima desenho representando corte longitudinal de uma sala de exibição cinematográfica, Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

1.17. Geometria e Função estrutural na Arquitetura

Na função estrutural, desde as construções na idade antiga, podemos observar a sua relação com a geometria e como ela se modifica ao longo do tempo, levando em conta as propriedades dos materiais construtivos, a forma da estrutura, a técnica construtiva e a evolução tecnológica da construção.

A distribuição de cargas sobre uma estrutura pode ser diferente de um ponto para outro. As cargas que atuam sobre uma viga podem-se distribuir de maneira diferente das que atuam sobre uma laje. Normalmente, a geometria dos carregamentos acompanha a geometria dos elementos estruturais sobre os quais eles atuam. As cargas podem atuar de maneira uniforme sobre a estrutura ou variar de intensidade ponto a ponto. As cargas que têm a mesma intensidade ao longo do elemento estrutural são denominadas cargas uniformes; as que variam são denominadas cargas variáveis.

Quanto à geometria as cargas podem-se apresentar:

Distribuídas sobre uma superfície, denominada cargas superficiais (**Fig. 49**). São exemplos de cargas superficiais: o peso próprio de uma laje, o peso próprio de revestimento de pisos, o peso de um líquido sobre o fundo de seu recipiente, o empuxo de um líquido sobre as paredes do recipiente que o contém e as cargas acidentais definidas por norma.

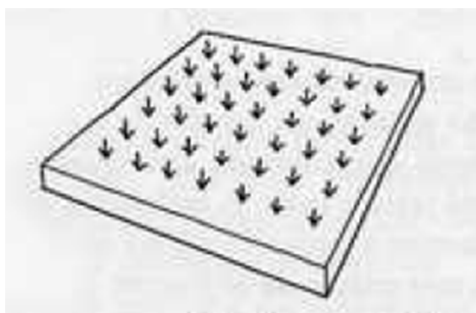


Fig.49 – Acima desenho mostrando cargas representadas por um conjunto de setas dispostas sobre uma área.. REBELO, Yopanan C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. São Paulo: Zigurate Editora, 2000, pp 37.

Distribuídas sobre uma linha, denominadas cargas lineares (**Fig. 50**). São exemplos de cargas lineares: o peso próprio de uma viga, o peso próprio de uma parede sobre uma viga ou uma placa, as cargas depositadas por uma laje sobre as vigas.

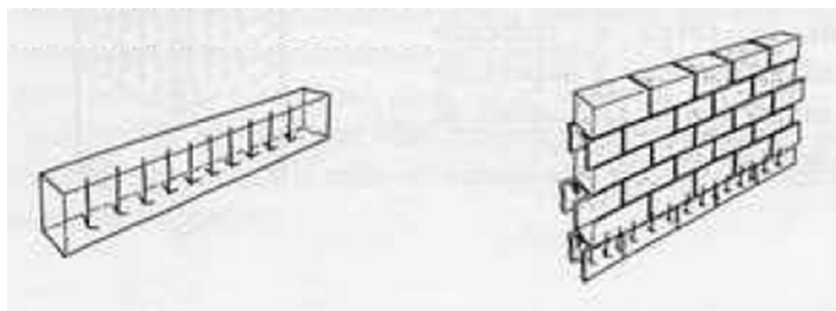


Fig.50 – Acima desenho mostrando cargas representadas por um conjunto de setas dispostas sobre uma linha. REBELO, Yopanan C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. São Paulo: Zigurate Editora, 2000, pp 37.

Localizadas em um ponto, são denominadas cargas pontuais ou cargas concentradas (**Fig. 51**). São exemplos de cargas concentradas: uma viga apoiada sobre outra, um pilar que nasce numa viga ou numa placa e o peso próprio de um pilar.¹⁴

¹⁴ REBELO, Yopanan C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. São Paulo: Zigurate Editora, 2000, pp 37-38.

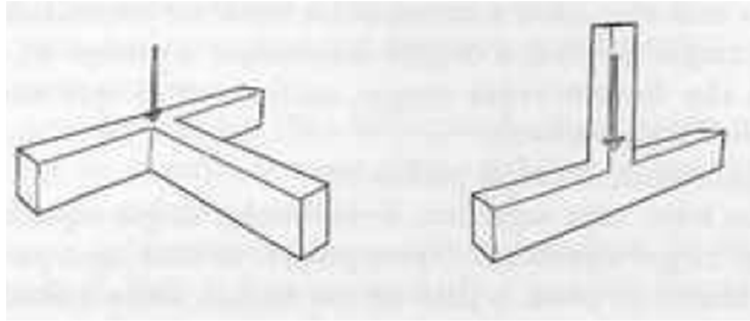


Fig.51 – Acima desenho mostrando cargas representadas por um conjunto de setas dispostas sobre um ponto. REBELO, Yopanan C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. São Paulo: Zigurate Editora, 2000, pp 38.

ARCO E TRELIÇA

Abordaremos o caso do arco e da treliça, dois recursos estruturais da construção muito usados na história, um no passado e outro no presente.

Os Arcos são estruturas curvas destinadas a cobrir um vão, suportando uma carga vertical basicamente através da compressão axial. **(Fig.52).**

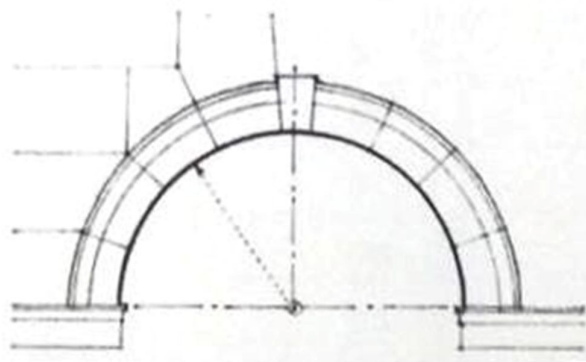


Fig.52 – Em cima desenho representando uma estrutura em forma de arco, Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

A figura em baixo mostra um exemplo de um aqueduto em pedra na cidade de Segóvia, Espanha. Os aquedutos foram construções essenciais para o abastecimento de água às cidades e às termas e banhos públicos. A sua

modulação estrutural foi feita com um sistema de pilares e arcos em pedra, que suportavam um canal para levar a água de um lado a outro. Para tal utilizaram um material disponível na região, a pedra. (Fig.53).



Fig.53 – Aqueduto romano, séc. I ou II d.C., Segóvia, Espanha.

A Treliça é um sistema estrutural baseado na rigidez geométrica do triângulo e composto por elementos lineares submetidos apenas a tensões e compressões axiais. A figura abaixo mostra o exemplo de uma treliça belga, caracterizada por ser uma estrutura treliçada em que todas as peças de sua trama são inclinadas. (Fig.54).

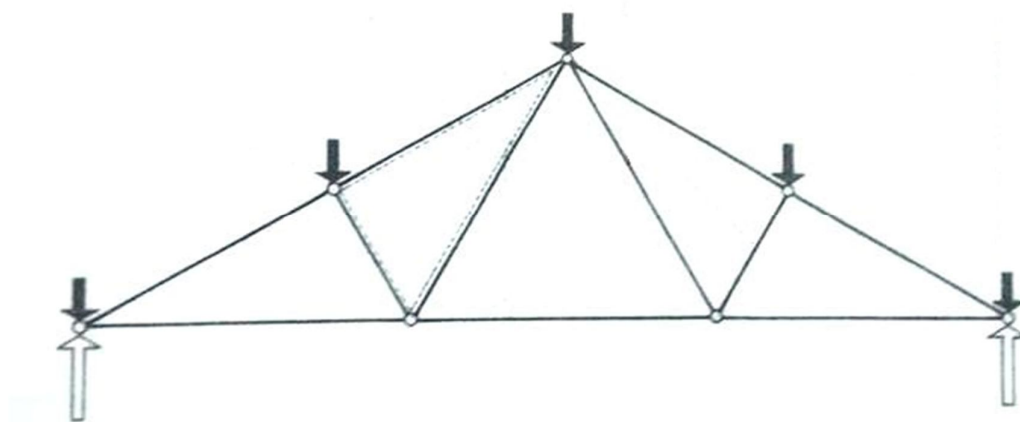


Fig.54 – Desenho de uma treliça belga. Francis D. K. CHING. *Dicionário Visual de Arquitetura*, São Paulo, 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

Projetado pelo arquiteto carioca Sérgio Bernardes, o Espaço Cultural José Lins do Rêgo, em João Pessoa, Paraíba, Brasil, conta com uma cobertura em treliça espacial feita com o material de alumínio e cobrindo uma área de 31.200 metros quadrados. A propriedade estrutural do alumínio aliado a forma da treliça permite a cobertura vencer grandes vãos. **(Fig.55).**

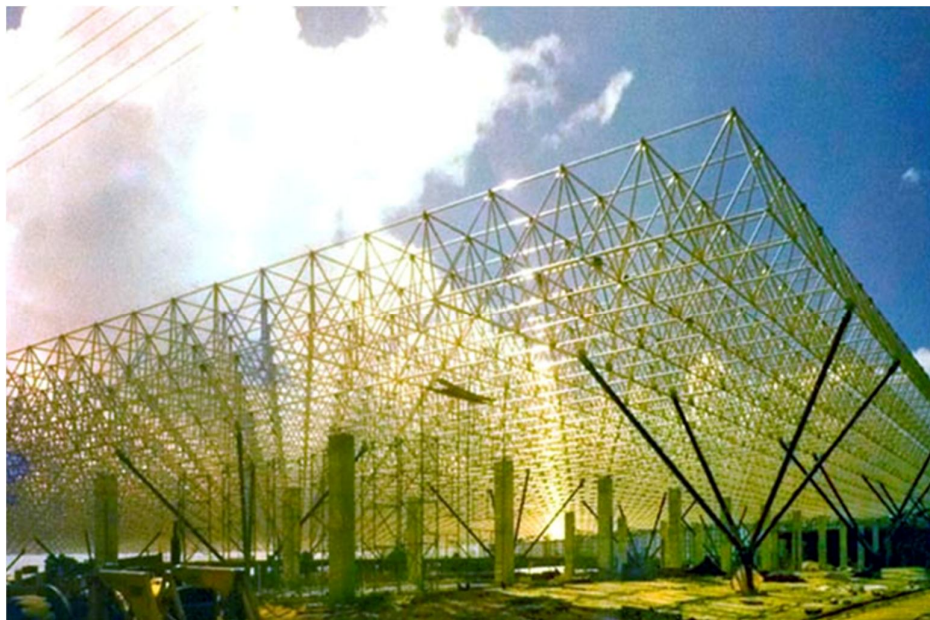


Fig.55 – Estruturas metálicas das obras de construção do Espaço Cultural José Lins do Rego, em João Pessoa-PB, Brasil, 1982. Foto: Eng. Hélio Magalhães. Arquivo: Enarq Engenharia.

TABELA COMPARATIVA

	MATERIAL	GEOMETRIA	PROPRIDADE	USO	CRONOLOGIA
ARCO	pedra alvenaria	arqueada	compressão	portas janelas pontes aquedutos	Desde à Antiguidade até hoje
TRELIÇA	aço alumínio madeira	triangular	tração compressão	cobertas lajes	Idade Moderna Idade Contemporânea

CAPÍTULO II – Sondagem sobre as hipóteses de investigação e de pesquisa na arquitectura

2.1. Objetivos e hipóteses de investigação

O objetivo geral desta investigação é coletar dados, analisá-los, e através dessa análise apresentar uma proposta didática para que os alunos de arquitetura possam ter melhor proveito e aprendizagem de forma significativa da disciplina de perspectiva. Através de um questionário aplicado podemos entender como avaliam a disciplina de uma forma geral, tendo em vista que alguns alunos têm facilidade de compreender os assuntos abordados na disciplina e outros mais dificuldade, entendendo essa dinâmica discente x aprendiz, conhecendo um pouco do universo do aluno e de como é a sua visão da disciplina. Foi desta forma que podemos identificar as problemáticas e propor soluções.

2.2. Constituição e descrição do corpus de análise

A constituição das perguntas foi feita com base na experiência do discente com o desenho antes de cursar arquitetura, o que dificulta o aprendiz, o que facilita o aprendiz na visão do discente durante o curso e ainda o que sugere para que o aprendiz seja significativo para os futuros discentes.

Questionário.

Pergunta 1. Contudo é necessário saber se o aluno já é dotado de alguma habilidade com desenho antes do curso e como isso pode influenciar na sua trajetória académica de forma positiva ou negativa.

1. ANTES DE FREQUENTAR A DISCIPLINA JÁ TINHA ALGUMA HABILIDADE COM DESENHO? marcar apenas 01 opção

() SIM

() NÃO

Pergunta 2. Contudo é necessário saber se o aluno teve dificuldade ou facilidade para compreender o conteúdo e como podemos entender essa problemática para solucioná-la.

2. NO DECORRER DA DISCIPLINA TEVE DIFICULDADES PARA COMPREENDER OS CONTEÚDOS? Marcar apenas 01 opção

() SIM

() NÃO

SE A OPÇÃO FOR SIM, QUAIS FORAM AS DIFICULDADES?

SE NÃO, O QUE CONTRIBUIU PARA A FACILIDADE DE COMPREENDER OS CONTEÚDOS?

Pergunta 3. Contudo é necessário saber se o aluno se considera apto e se atingiu o objetivo de aprendizado no disciplina.

3. APÓS A CONCLUSÃO DA DISCIPLINA CONSIDERA-SE APTO PARA REALIZAR UM DESENHO EM PERSPECTIVA? marcar apenas 01 opção

() SIM

() NÃO

Pergunta 4. Contudo é necessário saber de acordo com a experiência que o aluno teve durante a disciplina, o que ele sugere para melhorá-la.

4. O QUE VOCÊ SUGERE PARA QUE OS ALUNOS TENHAM MELHOR RENDIMENTO NA DISCIPLINA?

2.3. Categorização dos dados

O questionário foi aplicado para alunos que cursaram arquitetura entre os anos de 2004 e 2014. Em baixo observamos um mapa indicando os locais das Faculdades onde os alunos entrevistados cursaram arquitetura. **(Fig.56).**

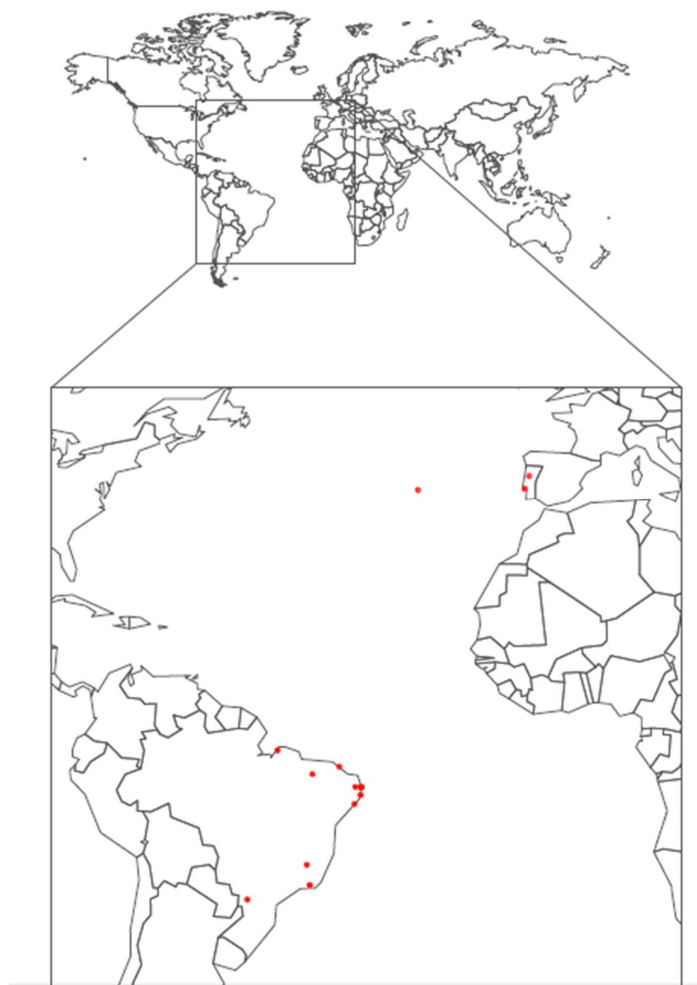


Fig.56 – mapa indicando os locais das Faculdades onde os alunos entrevistados cursaram arquitetura.

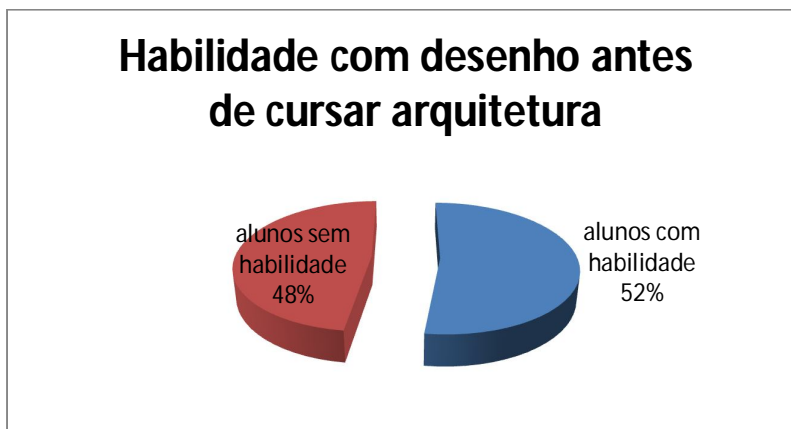


Fig.57 – Gráfico indicando a percentagem de alunos com habilidade de desenhar antes de cursar arquitetura.

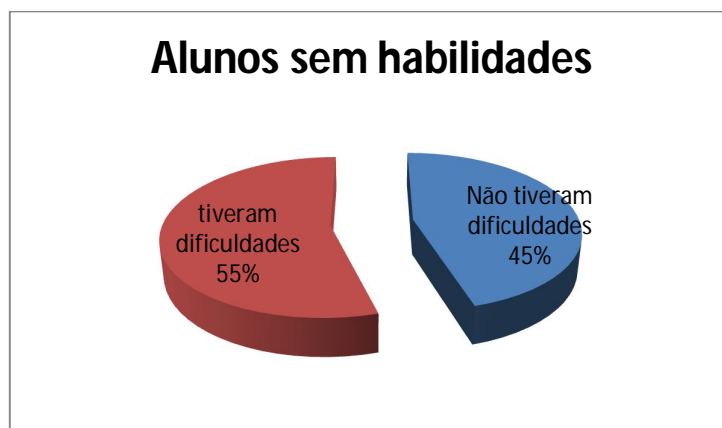


Fig.58 – Gráfico indicando a percentagem de alunos sem habilidade de desenhar que tiveram ou não dificuldade durante o curso.

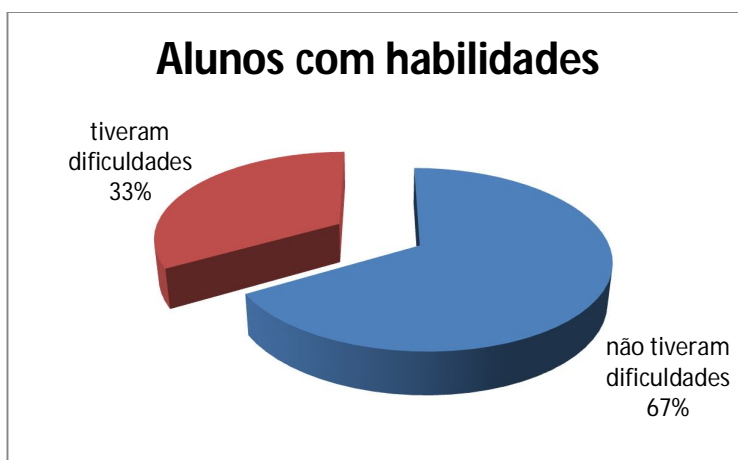


Fig.59 – Gráfico indicando a percentagem de alunos com habilidade de desenhar que tiveram ou não dificuldade durante o curso.

2.4. Tratamento dos dados

Para tratamento dos dados foram analisadas as repostas e extraídas palavras-chaves para sintetizar a informação das respostas.

QUAIS FORAM AS DIFICULDADES?

Palavras Chave

“Falta de Prática”

“Falta de Técnica”

“Dificuldade em estruturar o desenho”

“Representação da perspectiva com dois pontos de fuga” aparece três vezes

“Dificuldade em utilizar os materiais”

“Falta de percepção tridimensional”

O QUE CONTRIBUIU PARA A FACILIDADE DE COMPREENDER O CONTEÚDO?

Palavras Chave

“Didática” aparece duas vezes

“Interesse” aparece duas vezes

“Curso Prévio de Desenho” aparece duas vezes

“Conhecimento anterior de desenho” aparece duas vezes

“Prática” aparece duas vezes

“Exemplos simples”

“Metodologia”

“Percepção tridimensional” aparece duas vezes

“Habilidade natural”

“Experiência anterior”

“Passo a Passo”

“Dedicação”

“Foco”

“Atenção”

“Leitura”

CAPÍTULO III – Proposta didática de um exercício transversal

3.1. Uso de novas tecnologias no ensino da perspectiva

Com o recurso disponível para impressões tridimensionais, surgiu a ideia de criar blocos didáticos para auxiliar no ensino do desenho da geometria e da perspectiva no ensino da arquitetura. A Faculdade de Belas-Artes de Lisboa disponibiliza para os alunos impressões em três dimensões no Laboratório de Fabricação o FabLabb, onde todo o processo da fabricação dos blocos se efectuou. O FabLabb está direccionado para o desenvolvimento de produto através da utilização de tecnologias de prototipagem rápida, nomeadamente a maquinação em CNC e a Impressão 3D - em FDM (Fused Deposition Molding) e Inkjet Printing.

Inicialmente os blocos foram modelados no software Google SketchUp 8, a seguir o ficheiro foi exportado para o software MakerBot Desktop Beta, software responsável por enviar os dados dos ficheiros para que a impressora possa imprimir (**Fig. 60**), e logo após a impressão os blocos encontram-se prontos para utilização.

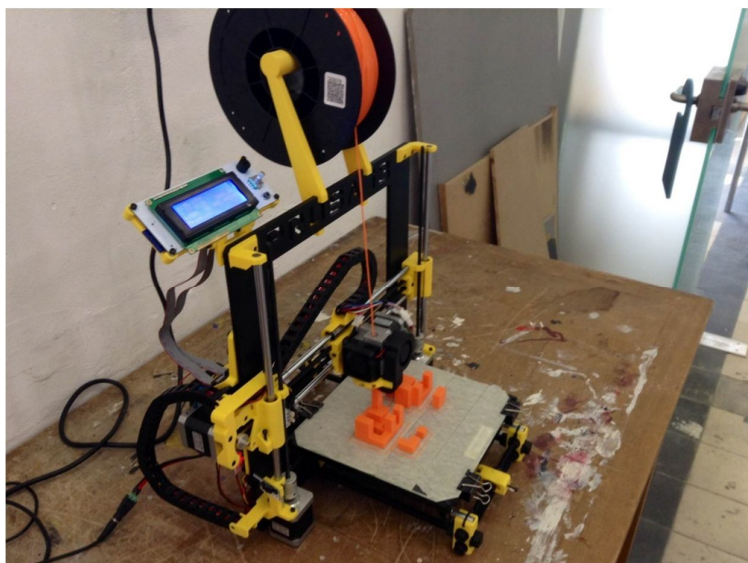


Fig.60 – Foto do Autor, Impressora 3d PRUSA i3, imprimindo os blocos didáticos, no FabLab Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa.

3.2. O Bloco Didático como instrumento de aprendizagem

De acordo com o inquérito realizado, a proposta de utilização dos blocos didáticos vem com o objetivo de tentar suprir as necessidades dos alunos, principalmente relacionadas a algumas palavras-chave manifestadas no inquérito como a “Falta de percepção tridimensional”, a “Didática” e a “Metodologia”.

A inserção de corpos físicos, como o recurso didático no ensino da perspectiva vem permitir ao aluno que tenha através da utilização tátil e visual, uma compreensão tridimensional prática e clara do objeto a ser estudado e representado.

Com o objeto tridimensional em mãos, o aluno poderá explorá-lo visualmente, olhá-lo de vários ângulos, tornando mais fácil o aprendizado para aqueles alunos que têm mais dificuldades em visualizar mentalmente objetos tridimensionais (**Fig. 61**).

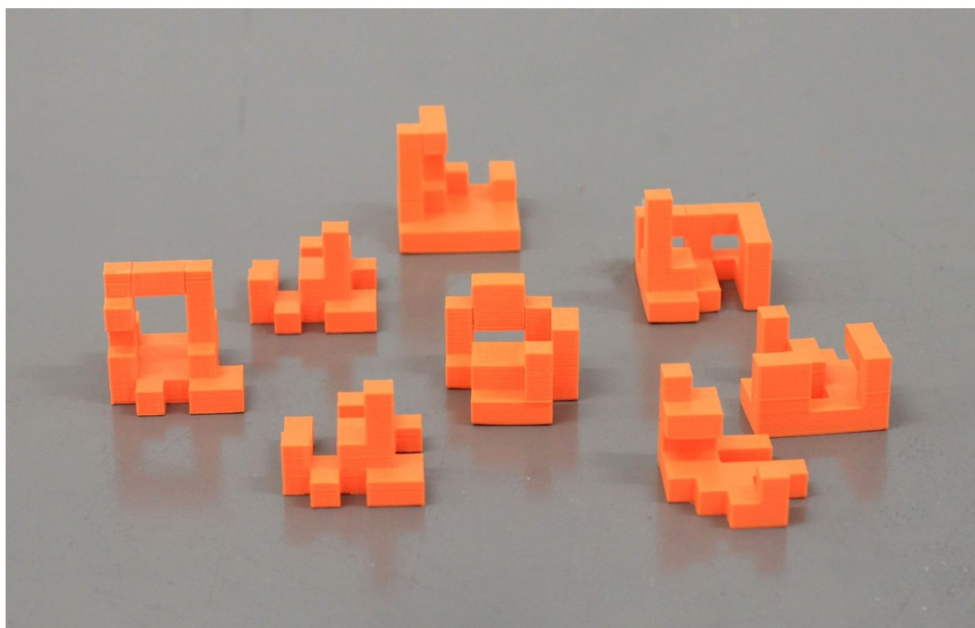
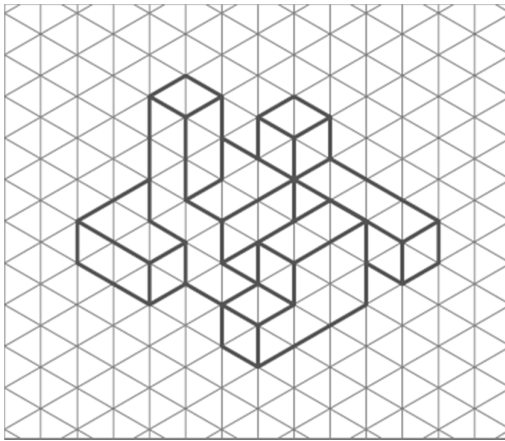
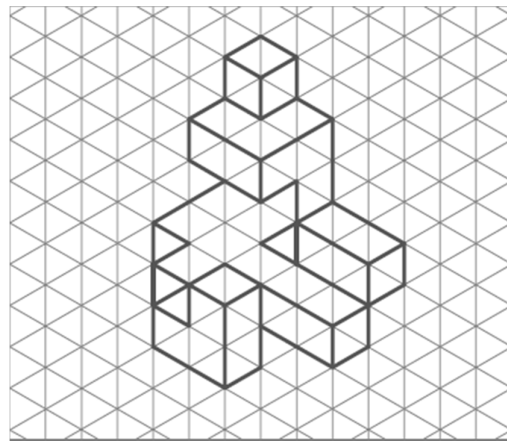


Fig.61 – Foto do Autor, blocos didáticos, Impressora 3d PRUSA i3, imprimidos em FabLab Faculdade de Belas-Artes de Lisboa.

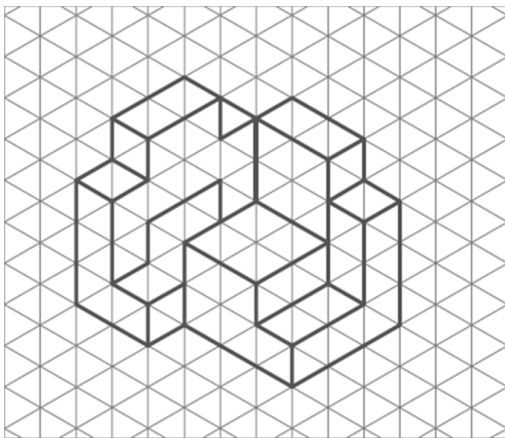
Foram modelados alguns blocos diferentes como protótipo para o trabalho, onde cada bloco foi montado através da junção de unidades de 1cm^3 . Cada bloco foi modelado dentro de uma malha cúbica de 5cm^3 , para que se tornem portáteis, fáceis de transportar, de guardar em bolsas, mochilas etc, para que o discente possa facilmente manipulá-lo e explorá-lo visualmente. O objeto foi pensado também na unidade de medida, no caso o “centímetro” e no tamanho do objeto para que em caso de dúvida o discente possa de forma prática medir com régua o bloco. O partido de modelagem foi feito na intenção de explorar bem o bloco em seus cheios e vazios tornando cada bloco um jogo de volume específico. Na imagem seguinte apresentam-se seis desenhos em representação isométrica dos blocos didáticos criados (**Fig. 62**).



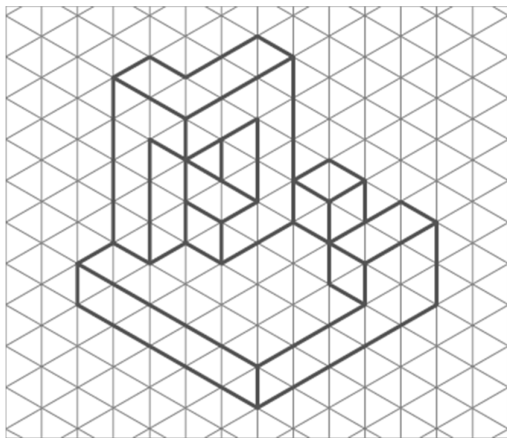
Bloco 01



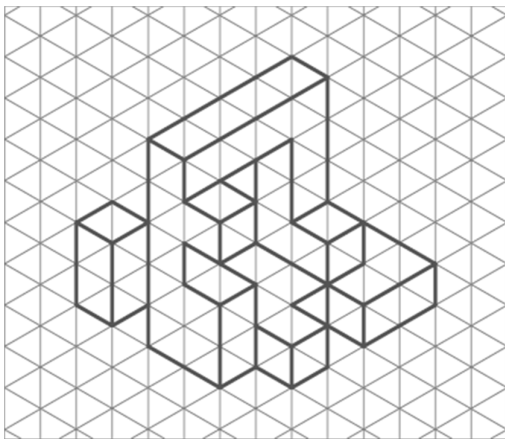
Bloco 02



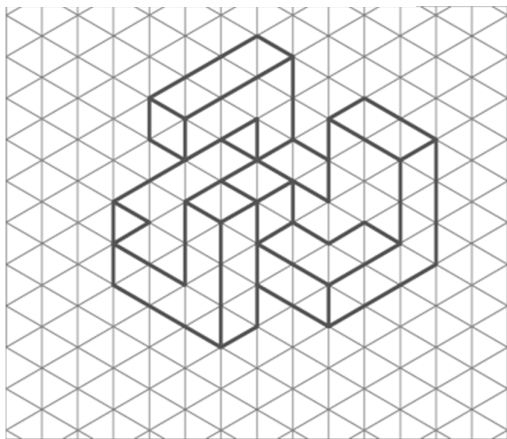
Bloco 03



Bloco 04



Bloco 05



Bloco 06

Fig.62 – Acima desenho em representação isométrica dos blocos didáticos. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

Nesta proposta didática foram propostos dez exercícios que envolvem geometria e perspectiva, onde alguns deles foram desenvolvidos de forma a

adaptar o uso dos blocos didáticos a alguns exercícios realizados na disciplina de Estruturas do Mestrado em Desenho, ministrada pelo Professor António Trindade, como por exemplo, os exercícios que irão envolver perspectiva com dois e três pontos de fuga, luz e sombra, refletância em espelhos planos e quadro esférico. Os demais exercícios foram desenvolvidos e adicionados aos dez, de forma a criar um processo gradativo de aprendizado, onde primeiramente foi utilizada a ferramenta do *croquis* à observação do objeto como exercício inicial que envolve isometria, onde o discente poderá expressar-se mais livremente à mão levantada, sendo então esse primeiro exercício o momento em que o discente terá o primeiro contato prático com a disciplina. A ideia é que o exercício seja realizado de uma forma descontraída e expressiva onde o discente tenha liberdade de expressar o seu traço e ao mesmo tempo com a representação isométrica alcançar uma determinada noção de paralelismo.

Os exercícios foram desenvolvidos e organizados em ordem de dificuldade, onde do primeiro até o décimo, o nível de dificuldade aumenta, permitindo ao discente aumentar gradativamente o seu nível de atenção e compreensão dos elementos tridimensionais explorados e representados no desenho.

Os temas dos exercícios são respectivamente: *Croquis* com representação isométrica, desenho com representação dimétrica, desenho com representação trimétrica, desenho em representação cavaleira e meia cavaleira, desenho em perspectiva com um ponto de fuga, desenho em perspectiva com dois pontos de fuga, desenho em perspectiva com luz e sombra, desenho de perspectiva com três pontos de fuga, desenho em perspectiva com refletância em espelhos planos e desenho em perspectiva em quadro esférico.

3.3. Exercício 1 : *Croquis* com representação isométrica

Neste exercício o aluno deverá explorar e desenvolver habilidades relacionadas com o desenho analógico e com a observação do objeto, tendo atenção às proporções do bloco, ao paralelismo das linhas no desenho, podendo explorar também a luz e sombra, planos de fundo e texturas.

Exercício resolvido: (Fig.63).

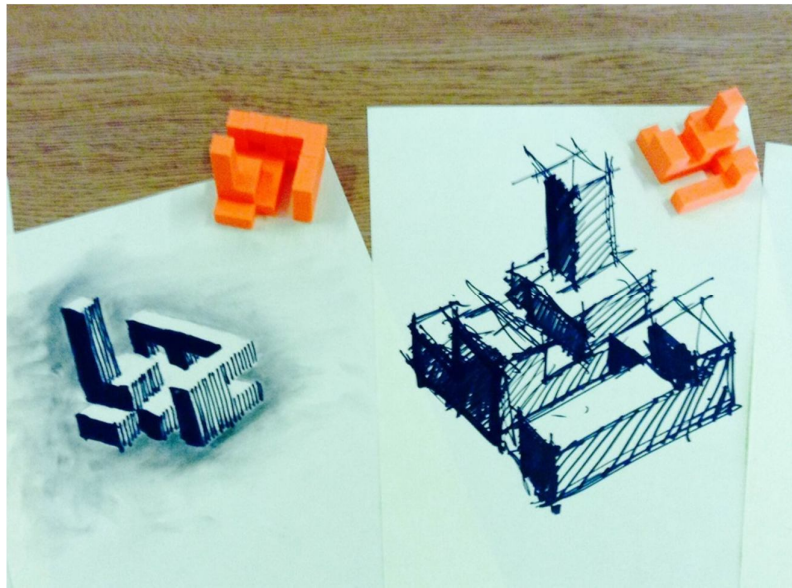


Fig.63 – Foto do Autor, desenho à vista dos blocos didáticos, utilizando lápis hidrocor e pan pastel sobre papel sulfite branco.

3.4. Exercício 2 : Desenho com representação dimétrica

Neste exercício o aluno deverá atentar que estará trabalhando com uma representação onde as proporções de dois eixos são iguais e um terceiro eixo com proporção diferente. Este exercício poderá ser executado manualmente ou com auxílio de computador.

a. Desenhar em projeção dimétrica o bloco didático na proporção 1, 3/4, 3/4, com os ângulos 15° e 60°.

Exercício resolvido: (Fig.64).

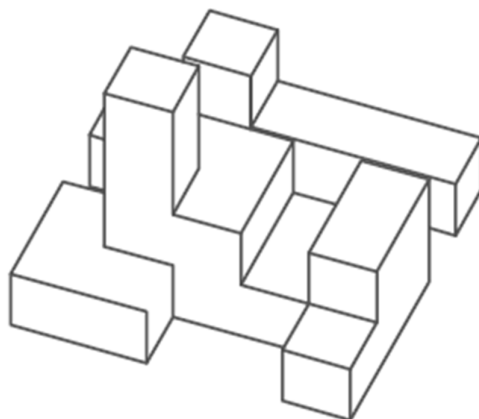


Fig.64 – Bloco didático desenhado através de uma representação dimétrica, na proporção 1, 3/4, 3/4, com os ângulos 15° e 60°. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

b. Desenhar em projeção dimétrica o bloco didático na proporção 1, 1, 3/4, com os ângulos 15° e 30°.

Exercício resolvido: **(Fig.65).**

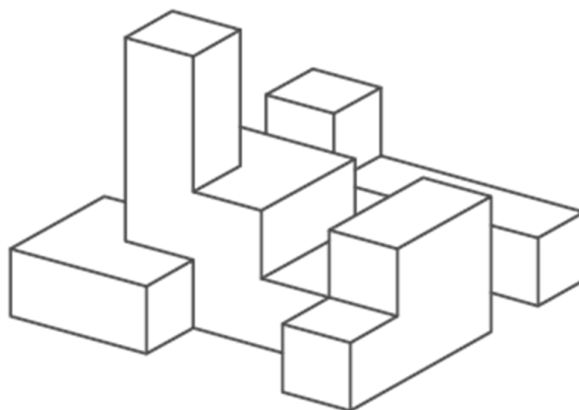


Fig.65 – Bloco didático desenhado através de uma representação dimétrica, na proporção 1, 1, 3/4, com os ângulos 15° e 30°. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

c. Desenhar em projeção dimétrica o bloco didático na proporção 3/4, 3/4, 1, com os ângulos 15° e 15°.

Exercício resolvido: **(Fig.66).**

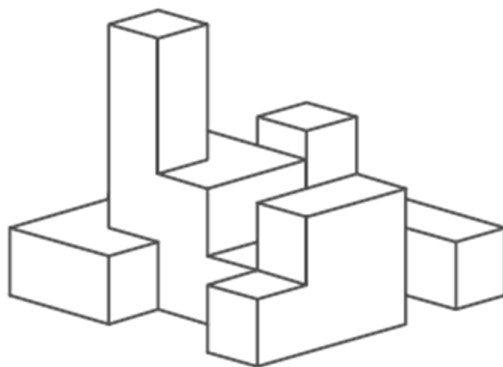


Fig.66 – Bloco didático desenhado através de uma representação dimétrica, na proporção $3/4$, $3/4$, 1 , com os ângulos 15° e 15° . Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.5. Exercício 3 : Desenho com representação trimétrica

Neste exercício o aluno deverá atentar que estará trabalhando com uma representação onde as proporções dos três eixos são diferentes entre si. Este exercício poderá ser executado manualmente ou com auxílio de computador.

- a. Desenhar em projeção trimétrica o bloco didático na proporção 1 , $3/4$, $1/2$, com os ângulos 15° e 60° .

Exercício resolvido: **(Fig.67)**.

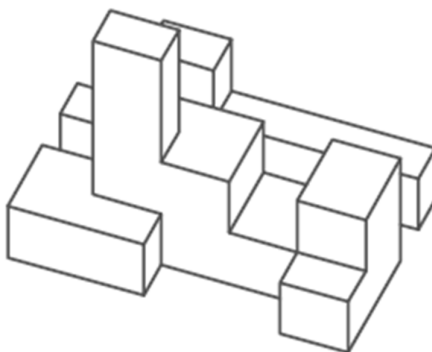


Fig.67 – Bloco didático desenhado através de uma representação trimétrica, na proporção 1 , $3/4$, $1/2$, com os ângulos 15° e 60° . Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

b. Desenhar em projeção trimétrica o bloco didático na proporção 1, 1/2, 3/4, com os ângulos 15° e 30° .

Exercício resolvido: (Fig.68).

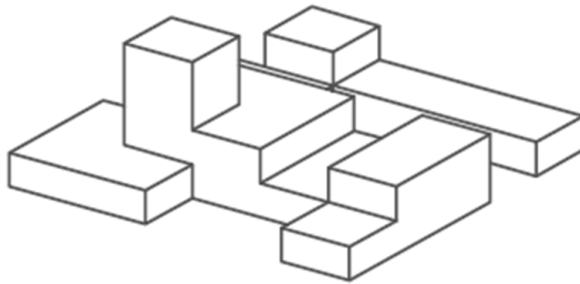


Fig.68 – Bloco didático desenhado através de uma representação trimétrica, na proporção 1, 1/2, 3/4, com os ângulos 15° e 30° . Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

c. Desenhar em projeção trimétrica o bloco didático na proporção 1/2, 1, 3/4, com os ângulos 15° e 15° .

Exercício resolvido: (Fig.69).

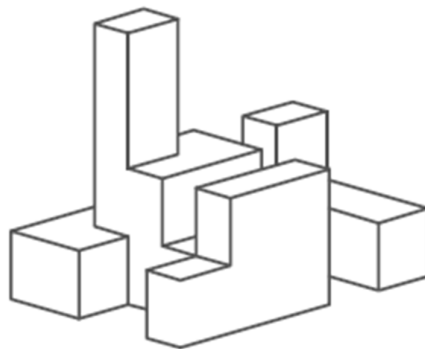


Fig.69 – Bloco didático desenhado através de uma representação trimétrica, na proporção 1/2,1, 3/4, com os ângulos 15° e 15° . Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.6. Exercício 4 : Desenho em representação cavaleira

Neste exercício o aluno deverá atentar que estará trabalhando com uma representação em que uma das faces é paralela ao quadro e as demais são desenhadas na mesma escala ou em escalas reduzidas em relação àquela. Este exercício poderá ser executado manualmente ou com auxílio de computador.

a. Desenhar em representação cavaleira o bloco didático.

Exercício resolvido: **(Fig.70)**.

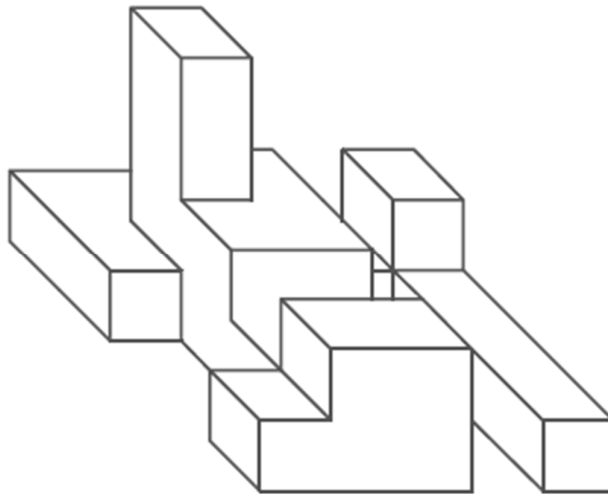


Fig.70 – Bloco didático desenhado através de uma representação cavaleira. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

b. Desenhar em representação $\frac{1}{2}$ cavaleira o bloco didático.

Exercício resolvido: **(Fig.71)**.

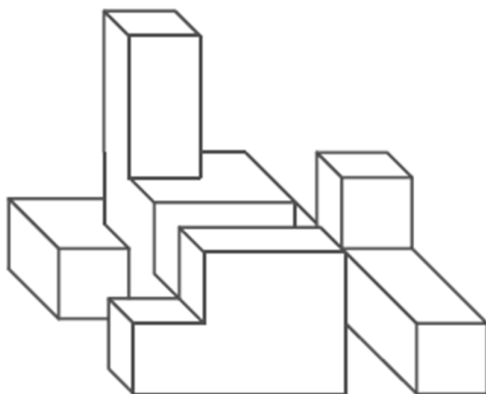


Fig.71 – Bloco didático desenhado através de uma representação 1/2 cavaleira. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.7. Exercício 5 : Desenho em perspectiva com um ponto de fuga

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com um ponto de fuga.
de fuga.

Exercício resolvido: **(Fig.72)**.

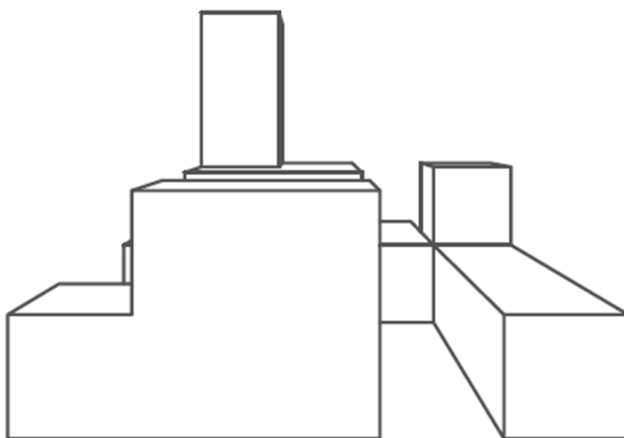


Fig.72 – Bloco didático desenhado em perspectiva de um ponto de fuga. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.8. Exercício 6 : Desenho em perspectiva com dois pontos de fuga

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com dois pontos de fuga.
de fuga.

Exercício resolvido: (Fig.73).

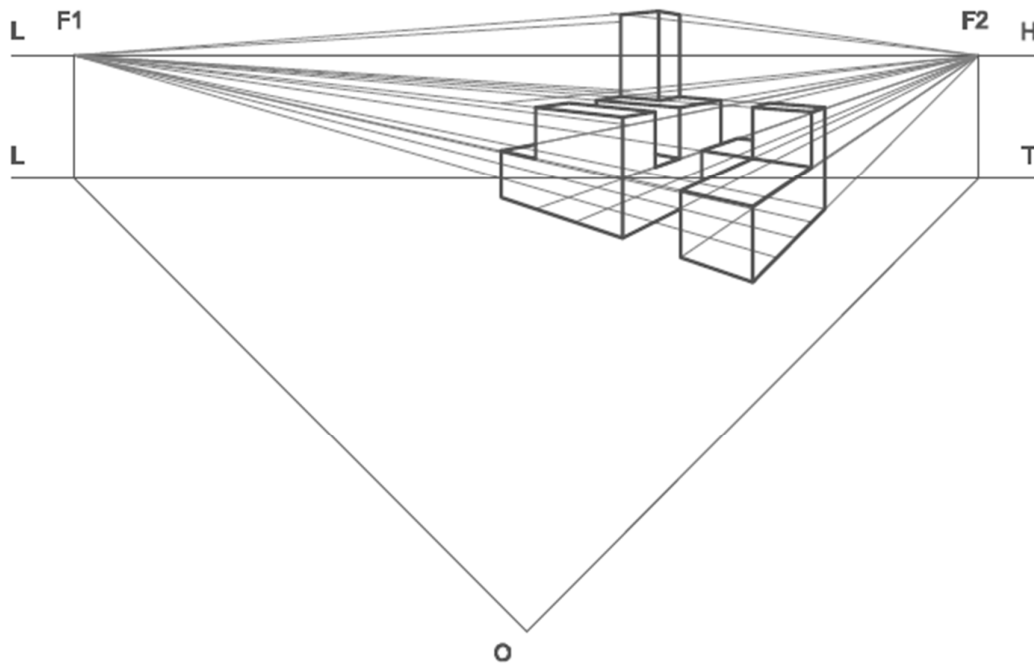


Fig.73 – Bloco didático desenhado em perspectiva de dois pontos de fuga. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.9. Exercício 7 : Desenho em perspectiva com luz e sombra

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com dois pontos de fuga com as respectivas sombras, onde os raios luminosos deverão incidir a um ângulo de 45° e paralelos ao quadro.

Exercício resolvido: (Fig.74).

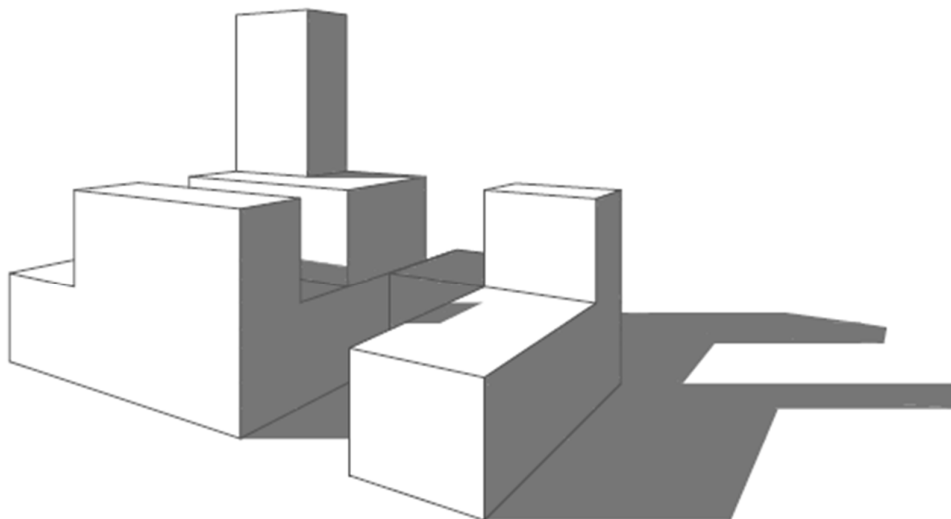


Fig.74 – Bloco didático desenhado em perspectiva de dois pontos de fuga e com efeitos de luz e sombras. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.10. Exercício 8 : Desenho em perspectiva com três pontos de fuga

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com três pontos de fuga de fuga.

Exercício resolvido: **(Fig.75).**

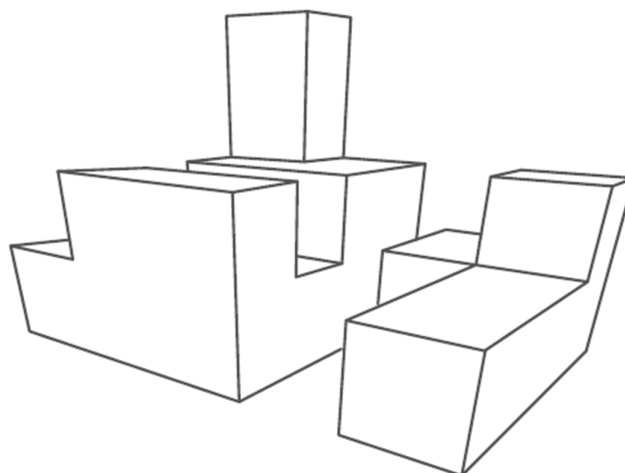


Fig.75 – Bloco didático desenhado em perspectiva de três pontos de fuga. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.11. Exercício 9 : Desenho em perspectiva com refletância em espelhos planos

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com refletância em espelho plano.

Exercício resolvido: (Fig.76).

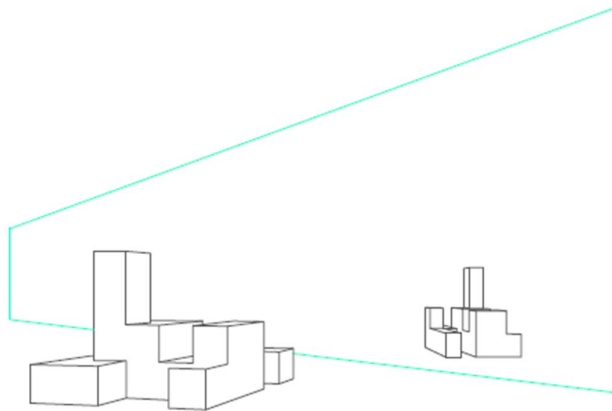


Fig.76 – Bloco didático desenhado em perspectiva com refletância em espelho plano. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

3.12. Exercício 10 : Desenho de perspectiva em quadro esférico

Desenhar o bloco didático representado em perspectiva com quadro esférico.

Exercício resolvido: (Fig.77).

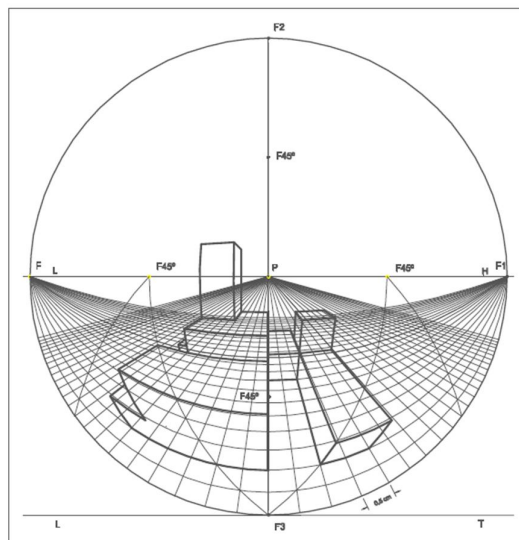


Fig.77 – Bloco didático desenhado em perspectiva com quadro esférico. Desenho do Autor assistido por computador, utilizando o software AutoCad 2014.

Conclusão

Quando temos o primeiro contato com a Geometria Descritiva, nos sentimos desafiados a compreender tal conhecimento. Há muitas pessoas que se deparam com este desafio e se deixam intimidar ou simplesmente o desconsideram. No caso do curso de arquitetura não é possível fugir desse desafio, pois sem este conhecimento o aluno não conseguirá evoluir nas disciplinas posteriores e até mesmo na vida profissional, principalmente se quiser seguir atuando na área de projetos arquitetônicos. Outro fator observado foi que os alunos que não tiveram, ou tiveram pouco contato com desenho antes do curso, apresentaram muitas dificuldades no aprendizado da geometria descritiva, o que implica dizer que o contato com o desenho desde cedo, seja em casa com incentivo dos pais ou na escola, fará com que este conhecimento seja adquirido com mais facilidade na Universidade, não só para os futuros arquitetos, mas também para os futuros profissionais que necessitarão da compreensão tridimensional para executar os seus trabalhos. Diante do que foi pesquisado e desenvolvido ao longo do trabalho podemos considerar que a didática no ensino do desenho, mais especificamente a geometria e a perspectiva, se tem vindo a modificar ao longo dos anos, trazendo novidades em metodologias. Também é importante ressaltar o avanço das plataformas digitais e o surgimento de novas ferramentas que podem auxiliar e até mesmo acelerar o processo de aprendizado. Assim, podemos concluir que o trabalho realizado veio tentar refletir e esclarecer um pouco algumas questões relacionadas com o uso do desenho e da tridimensionalidade no ensino da arquitetura, através do referencial teórico, mostrando exemplos para que os alunos conheçam e aprofundem no universo da perspectiva. Através da entrevista foi possível também entender um pouco das dificuldades dos alunos, como eles se comportam diante delas e com base nessas informações foram elaborados dez exercícios práticos com a intensão de despertar no aluno o entendimento da concepção tridimensional e como eles poderão aplicar esse conhecimento no exercício da arquitetura.

Bibliografia

ARNHEIM, Rudolf. Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

ARAÚJO, Thiago Thielmann de. Utilização de softwares de modelagem tridimensional como ferramenta didática de desenho técnico. Rio de Janeiro, Universidade Santa Úrsula, 2014.

CAMBIAGHI, Silvana. Desenho universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. São Paulo: 3ª edição revisada, Editora Senac, 2012.

CALATRAVA, Santiago. Conversa com Estudantes. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

CARVALHO, Benjamim de A. Desenho Geométrico. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S/A, 1982.

CATÁLOGO: FIGALGO, Manuela [et al.] O Traço e a Cor. Desenhos e Aquarelas na Coleção Calouste Gulbenkian, Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

CATTANI, Airton. Arquitetura e representação gráfica: Considerações históricas e aspectos práticos. Arqtexto, nº 9, p. 110-123, 2006.

CHING, Francis D. K. Desenho para arquitetos. Porto Alegre: 2ª ed. Bookman, 2012.

CHING, Francis D. K. Dicionário visual de arquitetura, São Paulo: 1ª ed. Martins Fontes, 1999.

CHING, Francis D. K. Representação gráfica em arquitetura, Porto Alegre: 5ª ed. Bookman, 2011.

COUCEIRO da COSTA, Manuel Jorge Rodrigues, Perspectiva e Arquitectura. Uma expressão de inteligência no Trabalho de Concepção, Lisboa, Universidade Técnica de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Maio de 1992. Tese de doutoramento.

DONDIS, Donis A. Sintaxe da linguagem visual. São Paulo: 3ª Edição, Martins Fontes, 2007.

DOYLE, E. Michael. Desenho à Cores: Técnicas de Desenho de Projeto para Arquitetos, Paisagistas e Designers de Interiores. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.

EDWARDS, Betty. Desenhando como lado direito do cérebro. 6ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FLORES, Cláudia Regina. A história da perspectiva e a visualização no ensino de matemática: Laços entre técnica, arte e olhar. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

FRENCH, Thomas Ewing. Desenho Técnico e tecnologia gráfica. São Paulo: 8ª edição, Editora Globo, 2005.

GOMBRICH, E.H. História da arte. Rio de Janeiro: Guanabara: 1978.

GONZAGA, Aline Cristyna Santos. A geometria da óptica geométrica e da óptica física. Universidade de Brasília, 2006.

JUNGSMANN, Jean Paul, Ombres et Lumières, un manuel de tracé et de rendu qui considere l'architecture comme une machine optique, Paris, Les Éditions de la Villette, 1995.

KOFFKA, Kurt. Principles of Gestalt psychology. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1935.

MAFALDA, Rovison. Efeitos do uso de diferentes métodos de representação gráfica no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. Dissertação de Mestrado.

MASSIRONI, Manfredo. *Ver pelo desenho: aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos*. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1982.

MOLA, Francesc Zamora. Le Grand Livre des Croquis d'Architectes. Paris: Éditions Place des Victoires, 2010.

MONTENEGRO, Gildo Azevedo. *A Perspectiva dos Profissionais: sombras, insolação, axonometria*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1983.

MONTENEGRO, Gildo Azevedo. Desenho Arquitetônico. São Paulo: Edgard Blücher, 2001 (4ª Edição Revisada).

MONTENEGRO, Gildo Azevedo. Inteligência visual e 3-D: compreendendo conceitos básicos da geometria espacial. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

NEUFERT, Ernst. Arte de projetar em arquitetura. Barcelona: Gustavo Gili, 1976.

NÉRET, Gilles. Miguel Ângelo 1475 – 1564. Taschen, 2003.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. Desenho de arquitetura pré-renascentista. Salvador: EDUFBA, 2002.

REBELO, Yopanan C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

REMELHE, Emílio Augusto Figueiredo. Desenho e palavra: Notas sobre a sua relação. Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto, Porto, 2007.

RIBAS, Guilherme Carvalho [et al.] O cérebro, a visão tridimensional, e as possibilidades de reprodução de imagens estereoscópicas. Rev Med (São Paulo). 2006.

RILEY, Terence. Frank Lloyd Wright Architect, New York, The Museum of Modern Art, 1994.

SMITH, Ray. Introdução à perspectiva. Lisboa, 2ª Edição, Editorial Presença, 2004.

SOLSO, Robert L. Cognition and visual arts. Cambridge: MIT Press, 1994.

TAYLOR, Brook. New principles of linear perspective or the art of designing on a plane the representations of all sorts of objects. London, R. Knaplock, 1719.

TAVARES, Paula. O desenho como ferramenta universal: O contributo do processo do desenho na metodologia projectual. Tékhne, Vol VII, nº12, 2009.

TRINDADE, António, Um olhar sobre a perspectiva linear em Portugal nas pinturas de cavaletes, tectos e abóbodas: 1470-1826, Lisboa, Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas-Artes, 2008. Tese de doutoramento.

VASCONCELOS, Ângela Petrucci. O Saber do Desenho e o ensino de Arquitetura: relações, perspectivas e desafios. Dissertação, Mestrado em Educação. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1997.

VENDITTI, Marcus Vinicius dos Reis. Desenho Técnico sem Prancheta com AutoCAD 2008, Florianópolis, Visual Books, 2007.

VENTURI, Lionello. História da crítica da arte. Lisboa. Edições 70, 1ª Ed.1936.

VINCI, Leonardo da. Tratado de Pintura. Madri: Nacional, (2ª edição) S/D.

WILTON, Andrew [et al.] Turner, 1775/1851: desenhos, aquarelas e óleos. Fundação Calouste Gulbenkian, 1973.

WITTGENSTEIN, Ludwig. Anotações sobre as cores. Lisboa: Edições 70. s/d

WISNIK, Guilherme. Espaços da arte brasileira/ Lúcio Costa. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

WONG, Wucius. Princípios de forma e desenho. São Paulo: (2ª Edição) WMF Martins Fontes, 2010.

ZERBST, Rainer. Antoni Gaudí i Cornet – Uma Vida na Arquitectura. Espanha: Köln, 1993.

ANEXOS